





Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Master i Samfunnssikkerhet	Vårsemesteret, 2021 Åpen
Forfattere: Christian Egebakken Oda Uhlen Solheim	 
Fagansvarlig: Bjørn Ivar Kruke Veileder: Bjørn Ivar Kruke	
Tittel på masteroppgave: Robusthet for utfall av Nødnett og mobilnett Engelsk tittel: Resilience against outage in Nødnett and mobile networks	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Robusthet, krisehåndtering, krisekommunikasjon, beredskap, infrastruktur, resiliens, teknologi, kritisk infrastruktur, kritisk samfunnsfunksjon	Sidetall: 104 + vedlegg/annet: 127 Stavanger, 15.06.2021



Master i samfunnssikkerhet | Universitetet i Stavanger

Robusthet for utfall av Nødnett og mobilnett

Christian Egebakken
Oda Uhlen Solheim

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på vårt mastergradsstudium i samfunnssikkerhet ved Universitetet i Stavanger. Selv om det siste halvåret har vært en utfordrende og tidkrevende prosess, har den vært utrolig lærerik.

Vi ønsker spesielt å takke vår veileder, Bjørn Ivar Kruke for særdeles god oppfølging, både i form av gode innspill og kritisk spørsmål underveis i prosessen. Vi setter pris på at du har delt av din kunnskap og pekt oss i riktig retning. Vi ønsker også å takke informantene som har bidratt i denne studien, herunder fra DSB, Nkom, Agder Energi Nett, Telia, Robot Aviation og Radionor. Uten deres kunnskap ville ikke oppgaven blitt den samme. Takk!

Sist men ikke minst, ønsker vi å takke vår familie. Christian ønsker spesielt å takke sin samboer Kamilla, som har vært utrolig tålmodig de siste to årene, hvor studiet har vært kombinert med jobb. Oda ønsker å gi en spesiell takk mamma og bestemor som har stilt opp for meg, støttet og heiet på meg under hele studieløpet. Sist, men ikke minst en ekstra stor takk til min flotte samboer, Mathias. Tusen takk for at du har vært alt jeg har trengt dette halvåret og gjennom hele studieløpet: støttende, positiv og tålmodig.

Christian Egebakken og Oda Uhlen Solheim
Stavanger, 15.juni.2021

Sammendrag

Samfunnets avhengighet til mobil-, bredbånds- og internettjenester har ført til et økende fokus på sikkerhet og beredskap i infrastrukturen. Disse tjenestene utgjør *den digitale grunnmuren* og beskrives av kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD, 2021, s. 36) som “et viktig grunnlag for å ivareta samfunnssikkerheten, blant annet ved å bære stadig viktigere kommunikasjonstjenester for samfunnet”. Mobilnettverkene og Nødnett er to sentrale systemer som utfyller kritiske roller under krisehåndtering. Samfunnets fremtidige avhengighet til mobilnettverkene vil øke når systemene for befolkningsvarsling og Nødnett implementeres i mobilnettverkene. For å sikre tilgjengelighet i disse systemene, er robusthet en nøkkelfaktor. Dette dannet grunnlaget for følgende problemstilling:

“I hvilken grad imøtekommer robustheten i mobilnettene og Nødnett samfunnets behov for krisekommunikasjon?”

Basert på problemstillingen ble det utviklet tre forskningsspørsmål som spisset og avgrenset studiens fokus. Disse ble: “Hvilket behov har samfunnet for mobilnett og Nødnett for krisekommunikasjon?”, “Hvorvidt sikres robusthet i Nødnett og mobilnett mot utfall som følge av strøm- og transmisjonsbrudd?” og “Hvorvidt kan bruken av droner og satellitter styrke tilgjengeligheten på Nødnett og mobilnett ved strøm- og transmisjonsbrudd?”.

Studien er i stor grad gjennomført gjennom dokumentanalyse, hvor offentlige dokumenter, rapporter og evalueringer etter større hendelser utgjør hovedvekten av det empiriske materialet. Datagrunnlaget er videre supplert med semi-strukturerte intervju med informanter fra relevante aktører innenfor systemene som undersøkes. Forskningsspørsmålene drøftes ut fra empiriske funn og teoretiske bidrag knyttet til beredskap og krisehåndtering, krisekommunikasjon og robusthet. Teorien understreker viktigheten av kommunikasjon i krisesituasjoner for effektiv krisehåndtering.

Studiens funn viser at mangelen på kommunikasjonssystemer internt og mellom nødetater, beredskapsaktører og befolkningen kan få store konsekvenser for liv og helse. For å muliggjøre effektiv krisehåndtering, har det norske samfunnet en betydelig avhengighet til både mobilnettverkene og Nødnett. Tilgjengelighet i disse systemene muliggjør nødvendig innhenting og distribusjon av informasjon.

Dette bidrar til å øke situasjonsforståelsen, fatte beslutninger basert på forståelsen og skape aksept for de beslutninger som blir tatt.

Studien har kategorisert kommunikasjonssystemer i fire grunnleggende funksjoner, som alle påvirker evnen til krisehåndtering. I hvilken grad den enkelte funksjon påvirker den spesifikke krisehåndteringen, er situasjonsavhengig. Disse funksjonene er:

- 1) Systemer for befolkningens rapportering og assistansebehov
- 2) Systemer for aktørers respons og hendelseskoordinering
- 3) Systemer for varsling og informasjonsdeling til befolkningen
- 4) Systemer for befolkningens samhandling

De sentrale delene av transportnettverkene som anvendes av mobilnettverksoperatørene og Nødnett, har god robusthet mot utfall som følge av strøm- og transmisjonsbrudd. Den totale robustheten avtar betydelig mot kantene av nettverkene. Noe som påvirker spesielt mobilnettoperatørene i lokal- og aksessnettverkene. Et statsfinansiert tiltak for å redusere denne sårbarheten noe, er prosjektet “forsterket ekom”, hvor målet er at alle kommuner skal få et prioritert område med høy nødstrømskapasitet og doble føringsveier for transmisjon.

Nødnett er bygget med andre forutsetninger i denne delen av nettverket, noe som har gitt muligheten for betydelig høyere robusthet enn mobilnettverkene, både med tanke på strøm og transmisjon. Enheter i Nødnett er i tillegg konfigurert med funksjonalitet som muliggjør lokal samhandling, uten forbindelse til kjerneinfrastruktur.

Studien viser at reservestrømskapasiteten på kritiske basestasjoner med tilhørende nettverksinfrastruktur må tilsvare nettselskapenes evne til hurtig gjenoppretting. Hvem som må forsterke sin del av systemet er en sektorovergripende utfordring, som krever en helhetlig tilnærming for å møte samfunnets behov. I fremtiden vil det kommersielle mobilnettet bære stadig viktigere kommunikasjonstjenester for samfunnet. Funnene viser at fremtidig bruk av ny kommunikasjonsteknologi i kombinasjon med droner, high-altitude platform station (HAPS) eller satellitter viser et stort potensial til å styrke tilgjengeligheten i mobilnettverkene ved strøm og transmisjonsbrudd i årene som kommer.

Forkortelser

AUF	Arbeidernes Ungdomsfylking
BT	Beredskapstroppen
CISA	Cybersecurity & Infrastructure Security Agency
CRNA	Centre for Resilient Networks and Applications
DAB	Digital Audio Broadcasting
DNK	Direktoratet for nødkommunikasjon
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
EKOM	Elektroniske kommunikasjonstjenester
EMP	Elektromagnetisk puls
FFI	Forsvarets forskningsinstitutt
FN	Forente nasjoner
Gbps	Gigabits per sekund
GPS	Global Positioning System
HAPS	High-Altitude Platform Station
HPM	High Power Microwave
JD	Justis- og beredskapsdepartementet
KBO	Kraftforsynings beredskapsorganisasjon
Kbps	Kilobits per sekund
KMD	Kommunal - og moderniseringsdepartementet
LEO	Low Earth Orbit
Mbps	Megabits per sekund
MEO	Medium Earth Orbit
NBPD	Nordre Buskerud politidistrikt
NKOM	Nasjonal kommunikasjonsmyndighet
NOU	Norges offentlige utredninger
NVE	Norges vassdrags- og energidirektorat
SAR	Søk og redning
SBPD	Søndre Buskerud Politidistrikt
SD	Samferdselsdepartementet

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	1
1.1 Tidligere forskning	2
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål	4
1.3 Avgrensning	6
2. Kontekst	7
2.1 Mobilnett og Nødnett som kritisk samfunnsfunksjon	7
2.2 Jølster 2019	10
2.3 Sirdal 2021	14
3. Teori	16
3.1 Samfunnssikkerhet, beredskap og beredskapsprinsippene	16
3.2 Kriser og krisefaser	17
3.3 Krisehåndtering	19
3.4 Krisekommunikasjon	22
3.5 Situasjonell altruisme	23
3.6 Sosiale medier i kriser	24
3.7 Resiliens	26
3.7.1 Robustness	30
3.7.2 Redundans	31
3.7.3 Ressurssterkhhet	31
3.7.4 Rapiditet	32
3.7.5 Dimensjoner i resiliens	32
3.7.6 Forholdet mellom tilnærming til risiko og resiliens	33
4. Metode	35
4.1 Valg av metode	35
4.2 Forkunnskap	37
4.3 Datatyper og datainnsamling	37
4.4 Dokumentanalyse	38
4.5 Intervju	40
4.5.1 Utvalg av informanter	40
4.5.2 Gjennomføring av intervju	41
4.6 Vurdering av metode	43
4.6.1 Validitet	44
4.6.2 Reliabilitet	46
4.7 Etske refleksjoner	48
5. Empiri	49
5.1 Systemer og behov for crisekommunikasjon i Norge	49
5.2 Modell for crisekommunikasjon i Norge	53
5.2.1 Systemer for befolkningens rapportering og assistansebehov	54
5.2.2 Systemer for aktørers respons og hendelseskoordinering	56
5.2.3 Systemer for varsling og informasjonsdeling til befolkningen	58

5.2.4 Systemer for befolkningens samhandling	60
5.3 Avhengigheter mellom kraft og ekom	61
5.4 Myndighetskrav	62
5.4.1 Ekomloven	63
5.4.2 Ekomforskriften	63
5.4.3 Klassifiseringsforskrifta	64
5.5 Transportnettverkene i Norge	65
5.6 Nødnett	67
5.6.1 Kommunikasjonsinfrastruktur, dekning og kapasitet	68
5.6.2 Bruk av Nødnett uten forbindelse til sentral infrastruktur	71
5.6.3 Transportable basestasjoner for Nødnett	73
5.7 Mobilnettverkene	74
5.7.1 Krav til reservestrøm og gjenoppretting	77
5.7.2 Programmet “Forsterket Ekom”	78
5.7.3 Etablering av midlertidige basestasjoner i mobilnettverket	79
5.8 Bruk av droner eller satellitter med basestasjoner	80
5.8.1 Eksempler på forskning og utvikling i Norge	81
5.8.2 Bruk av satellitt som en del av transportnettverket	83
5.8.3 Utvikling av HAPS (High-altitude platform station) med 5G	85
6. Drøfting	87
6.1 Hvilket behov har samfunnet for mobilnett og Nødnett for krisekommunikasjon?	87
6.2 Hvorvidt sikrer robustheten i mobilnett og Nødnett seg mot utfall som følge av strøm- og transmisjonsbrudd?	91
6.3 Hvorvidt kan bruken av droner og satellitter styrke tilgjengeligheten på mobilnett og Nødnett ved strøm- og transmisjonsbrudd?	97
7. Konklusjon	102
7.1 Videre forskning	104
Litteraturliste	105
Vedlegg	122
Vedlegg A	122
Vedlegg B	123
Vedlegg C	124
Vedlegg D	126

Figurer og tabeller

Figur 1: Oversikt over jordskred (NRK, 2019).....	10
Figur 2: Dekningsanalyse med transportabel basestasjon (DSB, 2019d)	12
Figur 3: Kart over dekningsutfall i Sirdal for Telia og Telenor (Telia, personlig kommunikasjon, 10.mars 2021; NRK, 2021)	14
Figur 4: Det utvidede krisebegrepet (Kruke, 2015)	19
Figur 5: Crowd-sourcing og crowd-feeding (Basert på Engen et al., 2016, s. 331).	25
Figur 6: Resiliens-triangelet (basert på Francis & Bekera, 2014).....	29
Figur 7: Kommunikasjon og informasjonsdeling i kriser (Utarbeidet etter CISA (2019)).	54
Figur 8: Konseptskisse av informasjonsflyt mellom mobilnettverkene og Nødnett. (Utarbeidet etter: DSB, 2019c;DSB, 2018b;Nkom, 2017)	56
Figur 9: Overordnet konseptskisse av kraftsystemet (NOU 2015: 13, s. 130).....	61
Figur 10: Konseptskisse av transportnettverket i Norge (Nkom, 2017)	65
Figur 11: Aktørdiversitet av tilbydere av fiber i Norge (Nkom, 2016a).....	66
Figur 12: Konseptskisse av nettverksinfrastruktur i Nødnett (Høiseth, 2019).....	69
Figur 13: Kapasitet med minimum to baseradioer på hver lokasjon (DSB, 2019c, s. 13).	70
Figur 14: Konsept for DMO-repeater (DSB, 2019c, s. 23)	71
Figur 15: Gatewayfunksjon mellom TMO og DMO (DSB, 2019c, s. 22).....	72
Figur 16: Transportabel basestasjon i Nødnett, med bruk av satellittforbindelse.	73
Figur 17: Modifisert og forenklet illustrasjon av en telefonsamtale mellom en Telia og Telenor kunde (Konkurransetilsynet, 2018).....	74
Figur 18: Anvendelse av radiospektrum (Nkom, 2020d, s. 7)	76
Figur 19: FX450 fra Robot Aviation (Eggemoen, u.å.)	81
Figur 20: Analyse av radiodekning fra bakkestasjon til dronen (Radionor, personlig kommunikasjon, 1.mars 2021)	82
Figur 21: Bruk av satellitt som del av transportnettverket for en mobilnettverksoperatør (EMEA Satellite Operators Assosiation, u.å.)	84
Figur 22: Bilde av mobil basestasjon med bruk satellitt som en del av transportnettverket (Oren, 2020)	84
Figur 23: Stratobus fra Thales (Thales, 2020).	85
Figur 24: Phasa 35 fra BAE Systems (BAE Systems, u.å.)	86
Figur 25: Estimert tidsrom uten mobilkommunikasjon ved langvarig strømutfall (Utarbeidet etter: SD, 2015; intervju med Telia).....	94
Figur 26: Overordnet konseptskisse av FX-450, radiolinje og 4G basestasjon med roaming.....	99
Figur 27: Mulig fremtidig bruk av LEO eller HAPS (Basert på Karabulut et al., 2021)	100
Tabell 1: Hendelseskategorisering. Sentrale forskjeller mellom ulykke, krise og katastrofe (Engen et al., 2016, s. 262).....	17
Tabell 2: Hierarkiet i krisehåndtering (Engen et al., 2016, s. 301)	20
Tabell 3: Aktører i et kriseområde i forhold til krisefaser og ansvar (Kruke, 2012).	21
Tabell 4: Oversikt over aktører, relevans, informanter og intervjutype.	41

1. Innledning

Natt til fredag 22.januar ble Sirdal kommune mørklagt. Stormen “Frank” forårsaket tung is- og snølast på trær, strømmaster- og linjer, som i kombinasjon med vind resulterte i flere brudd (Agder Energi Nett, 2021). Kombinasjonen av fiber- og strømbrudd, medførte utfall av mobil- og bredbåndsdekningen i området. Nærmere 3500 husstander ble rammet av hendelsen, som varte i over to døgn (Sirdal Media, 2021).

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB, 2016b, s. 90) har kategorisert elektronisk kommunikasjonsnett og -tjenester (ekom) som en kritisk samfunnsfunksjon som understøtter samfunnets funksjonalitet. Kompleksiteten i ekom-infrastrukturen har økt i takt med digitaliseringen av samfunnet, noe som medfører en økt sårbarhet når bortfall inntreffer (KMD, 2021, s. 19). Samfunnets avhengighet til mobil-, bredbånds- og internettjenester fører til et generelt økende fokus på sikkerhet og beredskap i infrastrukturen. Disse tjenestene utgjør *den digitale grunnmuren* og beskrives av kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD, 2021, s. 36) som “et viktig grunnlag for å ivareta samfunnssikkerheten, blant annet ved å bære stadig viktigere kommunikasjonstjenester for samfunnet”. Ekom får en stadig viktigere rolle i samfunnssikkerhet, noe som påpekes i en rekke utredninger. Lyse-utvalget uttalte blant annet i sin rapport *Digital sårbarhet – sikkert samfunn* (NOU 2015:13, s. 97):

“De verdiene og funksjonene som ekomnett og -tjenester leverer, er en helt sentral forutsetning for at andre samfunnsfunksjoner skal kunne levere det de skal. Samtidig er det en stadig økende forventning i samfunnet om at ekom som innsatsfaktor er stabil og tilgjengelig. 100 prosent oppetid tas mer eller mindre for gitt, og det er meget lav aksept for brudd.”

I kriser vil mangel på forbindelse mellom nødetater, beredskapsaktører og befolkningen gjøre det krevende å få kontroll over situasjonen og vanskeliggjør beslutninger i krisehåndteringen, noe som kan få store konsekvenser for liv og helse. Denne sårbarheten presiseres også av KMD (2021, s. 154) som beskriver utfall av ekom som «ekstra tyngende når det kombineres med en krise og befolkningen ikke kan ringe sine nære eller kontakte nødetater».

Direktør i Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom), Elisabeth Aarsæther, har uttalt at “Kommunikasjon var før et hjelpemiddel i krise, nå er fraværet av kommunikasjon en krise” (Kallelid, 2019b).

Etter terrorhandlingene 22.juli.2011 fikk krisehåndteringen mye kritikk knyttet til krisekommunikasjon og “resursene som ikke fant hverandre” ble en oppsummerende beskrivelse av store deler av krisehåndteringen. På dette tidspunktet var ikke Nødnett landsdekkende og 22.juli- kommisjonen viser blant annet til mangelen på samband på tvers av politidistrikt og øvrige etater som reduserte politiets prestasjonsevne vesentlig (NOU 2012:14, s. 142). Samme år treffer ekstremværet Dagmar og førte blant annet til langvarige strømbrudd i store deler av landet. Etter denne krisen er en rekke tiltak blitt iverksatt for å øke robustheten i ekomnett og -tjenester. KMD (2021, s. 154) viser til at redundans har vært et nøkkelord i det forebyggende arbeidet. Likevel påpekes det også at det 10 år senere fremdeles er et stort forbedringspotensial.

I fremtiden skal Nødnett-brukere over til å benytte kommersielle mobilnett for sin oppdragskritiske kommunikasjon (KMD, 2021, s. 149; Nkom, 2019, s. 19). Avhengigheten til det kommersielle mobilnettet vil da bli enda større. Kravene til oppetid, robusthet og kvalitet vil bli enda høyere, og gjenoppretting av ekom ved utfall vil bli ytterligere kritisk (Nkom, 2017).

Distriktene er mest utsatt for utfall av mobildekningen. Store avstander og værutsatte områder, kombinert med redusert fremkommelighet og fysisk krevende gjenopprettingsarbeid gjør at nedetiden øker (KMD, 2021, s. 151). Derfor utgjør også en viktig del av robustheten ulike beredskapstiltak som kan iverksettes ved behov. Både Nkom (2019) og KMD (2021) trekker frem bruken av transportable basestasjoner som et tiltak for å etablere midlertidig dekning i enkelte situasjoner.

1.1 Tidligere forskning

Fra midten av 1980-tallet startet en voksende faglitteratur om kriseledelse, og etter hvert også et økende fokus på krisekommunikasjon. På 1990-tallet begynte det å komme forskningsbaserte teorier og begreper som forklarer krisekommunikasjon og begrepet har blitt en stadig viktigere del av faglige diskusjoner knyttet til krisehåndtering (Johansen & Frandsen, 2007).

Gjennom litteraturstudien som ble utført i denne studien, ble det tydelig at fokuset for forskningen i stor grad har vært rettet mot privat sektor, og organisasjonsnivå fremfor samfunnsnivå (Olsson, 2014; Coombs, Frandsen, Holladay & Johansen 2010). Ofte er også perspektivet slik at krisekommunikasjon fremstilles som en planlagt aktivitet som følger strategiske planer med fokus på metoder og fallgruver innen retorikk for å ivareta omdømme. (ibid.). Disse perspektivene dekker omfanget av krisekommunikasjon i begrenset grad. Heath (2010) argumenterer for at faglitteraturen i stor grad overser samfunnsperspektiver, men at dette er i ferd med å endres. Heath (2010) hevder at vi fremover vil se et økt fokus på at krisekommunikasjon i større grad vil være bygget på mer enn teori om innhenting og deling av informasjon. Også Johansen & Frandsen (2007) kritiserer den tidligere forskningen om krisekommunikasjon og argumenterer for at det er behov for større bredde i forskningen, uten en slik tilnærming mener forfatterne at det ikke vil være mulig å forstå kompleksiteten.

Forskning på krisekommunikasjon i, under og etter ekstremværhendelser er gjerne i form av evalueringer og rapporter etter hendelser. I forbindelse med denne studien har vi lest en rekke rapporter og evalueringer. Etter orkanen Katarina i 2005 studerte Spence, Lachlan og Griffin (2007) krisekommunikasjon, kriseforbereidelse og informasjonsinnhenting og -deling.

Det finnes tidligere forskning om krisekommunikasjon, mobilbruk i kriser og krisehåndtering, men vi har ikke funnet forskning som ser på robustheten i mobilnett og Nødnett i sammenheng med samfunnets behov for krisekommunikasjon via nettverkene.

Krisekommunikasjon har vært tema i en rekke masteroppgaver og ofte har også disse omhandlet ivaretagelse av omdømme. De siste årene har bruken av sosiale medier som plattform for krisekommunikasjon fått et stort fokus (Høgestøl, 2014; Ryste, 2018; Kristiansen & Mullaliu, 2020). Kristiansen og Mullaliu (2020) har undersøkt hvordan kommuner benytter sosiale medier i kriser og i hvilken grad troverdighet og omdømme vektlegges. Omdømmet er med andre ord også en del av forskningen som gjøres om krisekommunikasjon i dag, men bredden av forskningen er utvidet. Nordvang (2013) tar for seg hvordan nettselskaper ivaretar krisekommunikasjon ved bortfall av strøm. Solheim (2020) undersøkte i sin masteroppgave nødstrømsforsyning for mobile basestasjoner ved bruk av tekno-økonomisk analyse. I tillegg finnes det også bøker om sosiale medier og kriser, eksempelvis Løvik (2015) og Olsen & Mathiesen (2019) som skriver om hvordan sosiale medier har endret krisehåndtering.

Det finnes med andre ord forskning innen ulike aspekter som denne studien ønsker å undersøke, men vi har ikke sett noen forskning som setter på robustheten i mobilnettverkene og Nødnett opp mot samfunnets behov for krisekommunikasjon via mobilnett og Nødnett.

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Kompleksiteten i ekom-infrastrukturen har økt i takt med digitaliseringen av samfunnet, noe som gir en økt sårbarhet når bortfall inntreffer (KMD, 2021, s. 19). Når krisen inntreffer har kommunikasjon en nøkkelrolle for utfallet av hendelsen, både mellom nød- og beredskapsaktørene, mellom befolkningen og nødetatene. I denne forbindelse har samfunnet skyhøye forventninger med tanke på tilgangen til mobilnettverk og Nødnett. For å sikre tilgjengelighet i disse systemene er robusthet en essensiell faktor (KMD, 2021). Derfor har vi formulert følgende problemstilling:

I hvilken grad imøtekommer robustheten i mobilnettene og Nødnett samfunnets behov for krisekommunikasjon?

Dette er en vid problemstilling og for å kunne besvare den på en god måte har vi utviklet tre forskningsspørsmål, som spisser fokusområdet for studien. Hensikten er å åpne for drøfting opp mot det teoretiske grunnlaget og den innsamlede empirien. For å kunne si noe om i hvilken grad robustheten i mobilnettene og Nødnett imøtekommer samfunnets behov for krisekommunikasjon er det først nødvendig å avdekke hva behovet er. Ved å se på avhengigheten samfunnet har for ekomnett og tjenester, vil vi danne oss et grunnlag for behovet som finnes. Dette vil sammen med uttalelser fra myndighetene og andre rapporter kunne bidra til å si hvilket behov samfunnet har for ekom i kriser. Derfor har vi formulert følgende forskningsspørsmål:

1 - Hvilket behov har samfunnet for mobilnett og Nødnett for krisekommunikasjon?

Etter denne kartleggingen er det nærliggende å undersøke robustheten i den tilhørende infrastrukturen til disse systemene. Ekomtilbyderne bærer store verdier for andre, både i næringslivet, allmennheten og for kritiske samfunnsfunksjoner med særskilte behov, som nødetatene (KMD, 2016, s. 161). Nkom (2019, s. 2) understreker den stadig viktigere rollen mobilnettet har i krisesituasjoner: "Ved naturhendelser, som for eksempel jordraset i Jølster

30. juli 2019, er mobilnettene grunnleggende forutsetning for kommunikasjon for befolkningen og mellom befolkningen og nød- og beredskapsstatene”. Nødnett er et separat landsdekkende radionett, som skal dekke kommunikasjonsbehovet for nød og -beredskapsaktører (DSB, 2019c). For å sikre tilgjengelige tjenester som muliggjør kritisk kommunikasjon hos disse aktørene, er robusthet i infrastrukturen en nøkkelfaktor (Direktoratet for nødkommunikasjon, 2014). Mobilnettverkene og Nødnett utgjør en kritisk funksjon for å ivareta samfunnssikkerheten. For å undersøke dette nærmere har vi formulert følgende problemstilling:

2 - Hvorvidt sikres robusthet i mobilnett og Nødnett mot utfall som følge av strøm- og transmisjonsbrudd?

Når det oppstår et “kommunikasjonsvakuum” på grunn av manglende tilgjengelighet i mobilnett og Nødnett, er det viktig å reetablere denne kapasiteten. Nkom (2019) har poengtert at det i noen situasjoner vil være hensiktsmessig å bruke midlertidige løsninger. Vi ønsker å undersøke mulighetene for å reetablere dekning og nødvendig kapasitet i mobilnett og Nødnett, ved bruk av nye metoder. Slike løsninger kan ha et potensiale til å styrke robustheten, slik at man unngår langvarige bortfall av nødvendige tjenester. For å belyse ulike løsninger som i fremtiden kan øke robustheten i disse systemene, har vi stilt følgende forskningsspørsmål:

3 - Hvorvidt kan bruken av droner og satellitter styrke tilgjengeligheten på mobilnett og Nødnett ved strøm- og transmisjonsbrudd?

Avslutningsvis vil resultatene fra forskningsspørsmålene trekkes sammen for å besvare problemstillingen.

1.3 Avgrensning

Av hensyn til begrensede ressurser og oppgavens omfang, har det vært nødvendig å foreta avgrensninger. Innenfor studiens rammer er det ikke mulig å få en fullstendig oversikt over alle mulige faktorer som påvirker de komplekse systemene som undersøkes.

Temaet for denne studien er krisekommunikasjon. Det kan være mange årsaker til at det oppstår utfordringer knyttet til kommunikasjon i kriser. Hensikten med denne studien er å se på de tekniske løsningene, heller enn brukerens evne til å formidle budskap, samt anvende retoriske virkemidler og -strategier. Det er med andre ord behovet for krisekommunikasjonssystemer og tilgjengelighet i disse systemene som undersøkes. Studien viser til befolkningens behov for krisekommunikasjon, men hovedfokuset for denne studien ligger på behovet for krisekommunikasjon for de som er direkte berørt av krisen - de rammede, de tilfeldig tilstedeværende og de som er involverte i krisehåndteringen. Samfunnets behov forøvrig for krisekommunikasjon er ikke det som står i fokus i denne studien, da ville også evnen til kommunikasjon og budskapet som deles vært mer relevant.

Utfall av mobilnett og Nødnett kan ha mange ulike årsaker, denne studien har begrenset seg til å ta for seg utfall som følge av transmisjonsbrudd og strømbrydd. Rammeverket for denne studien vil derfor være transportnett, aksessnett, strøm og basestasjoner, med tilhørende funksjonalitet som tilbys sluttbrukeren. Robusthet i kjerneinfrastrukturen undersøkes ikke i denne studien. Studiens omfang gir heller ikke rom for å gå i dybden i alle ledd i infrastrukturen, men forsøker å gi leseren innsikt som gir et godt nok grunnlag for å forstå de delene av infrastrukturen som vi skal undersøke. Robusthet blir i denne studien benyttet som synonym til det engelske ordet resiliens. Dette vil bli forklart i kapittel 3.5 Resiliens.

Studien avgrenses videre til å omhandle Nødnett og mobilnettverkene til Telenor, Telia og Ice. Fokuset er å omtale behovet og den eksisterende resiliens til disse kommunikasjonsbærere som benyttes av og mellom nødetater, beredskaps- og samvirkeaktører for å muliggjøre informasjonsdeling til og fra utrykkende enheter som responderer på krisehendelser i det norske samfunn. Videre vil dette settes i sammenheng med kommunikasjonsbærere som gir befolkningen mulighet til å få og dele nødvendig informasjon under krisehendelser.

Selv om studien tar for seg tekniske systemer er ikke hensikten å beskrive de tekniske spesifikasjonene på et detaljnivå. Fokuset er å se på den overordnede virkemåten av teknologien, for videre å sette dette i sammenheng med eksisterende robusthet, gjeldende myndighetskrav og ambisjoner om å opprettholde evnen til nødvendig krisekommunikasjon. Dette ved bortfall av strøm eller transmisjon, tilhørende basestasjoner og nettverksinfrastruktur for Nødnett og mobilnettverkene.

Avslutningsvis er det verdt å merke seg at det oppstår en naturlig avgrensning i studien da studien baserer seg på offentlig tilgjengelig informasjon. Av denne grunnen vil vi ikke få det fulle bildet av hverken infrastrukturen eller kravene som stilles til mobilnettverkene eller Nødnett. Blant annet har vi ikke tilgang til gradert eller skjermet informasjon, som for eksempel beredskapsavtaler som er inngått mellom Nkom og mobilnettoperatørene.

2. Kontekst

2.1 Mobilnett og Nødnett som kritisk samfunnsfunksjon

De kommersielle mobilnettverkene og Nødnett er en del av den kritiske samfunnsfunksjonen Ekom. Ekomnett og -tjenester har fått betydelig større fokus de siste 10-15 årene, noe som speiler digitaliseringen av og i samfunnet. Dette er et sentralt tema i en rekke offentlige dokumenter og rapporter, hvor det presiseres en økende avhengighet til mobil- og bredbåndsnettverk. I takt med denne utviklingen øker også behovet for robusthet, tilgjengelighet og sikkerhet, i disse tjenestene (KMD, 2021; KMD, 2016: NOU 2015:13; Nkom, 2017, Analysys Mason, 2019). Hva som legges i elektronisk kommunikasjon beskrives i lov om elektronisk kommunikasjon, ekomloven (§ 1-5):

“Kommunikasjon ved bruk av system for signaltransport som muliggjør overføring av lyd, tekst, bilder eller andre data ved hjelp av elektroniske signaler i fritt rom eller kabel der radioutstyr, svitsjer, annet koplings- og dirigeringsutstyr, tilhørende utstyr eller funksjoner inngår.”

Ekom utgjør dermed mer enn systemer og funksjoner som er tilgjengelig over mobilnett og Nødnett, selv om dette er fokuset for denne studien.

Kritiske samfunnsfunksjoner er definert som funksjoner som er “nødvendige for å ivareta befolkningens og samfunnets grunnleggende behov og befolkningens trygghetsfølelse” (DSB, 2016b, s. 106). Disse samfunnsfunksjonene og infrastrukturene betraktes (DSB, 2016, s. 22) som grunnpilarer for samfunnets robusthet. I rapporten *Samfunnets kritiske funksjoner: hvilken funksjonsevne må samfunnet opprettholde til enhver tid?* beskriver DSB 14 samfunnsfunksjoner, hvor ekom er en av disse, som ifølge Justis- og beredskapsdepartementet (JD) er kritiske for samfunnssikkerheten (KMD, 2016).

DSB (2016, s. 26) har kategorisert kritiske samfunnsfunksjoner basert på to premisser, hvor det første premisset sier at de forbeholdes funksjoner som samfunnet ikke kan klare seg uten i syv døgn eller kortere, uten at det truer befolkningens sikkerhet eller trygghetsfølelse. Det andre premisset sier at “det forutsettes at det inntreffer hendelser som medfører at det oppstår behov for beredskapsressurser i løpet av syvdøgnperioden”.

Kritiske samfunnsfunksjoner og kritisk infrastruktur omtales ofte i sammenheng med hverandre, men bør ikke forveksles. I denne studien er det kritisk infrastruktur som er hovedfokus og beskrives av JD (2019, s. 9) som “de anlegg og systemer som er nødvendig for å opprettholde samfunnskritiske funksjoner”. For å kunne identifisere kritisk infrastruktur er man dermed avhengig av å ha et bilde av hvilke funksjoner som er kritiske for samfunnet. Enkelte samfunnsfunksjoner, som ekomnett og kraftnett, er nært knyttet til funksjonaliteten, og kan omtales som infrastrukturens systemer (Maal, Isaachsen & Torget, 2017, s. 14). Infrastrukturen i ekom kan derfor forstås som kritisk infrastruktur som understøtter samfunnskritiske funksjoner.

Ekomtilbyderne bærer store verdier for andre, både i næringslivet, allmennheten og for kritiske samfunnsfunksjoner med særskilte behov, som nødetatene (KMD, 2016, s. 161). NOU 2015:13 viser til det samme og sier at “samhandling og utveksling av informasjon foregår i stadig større grad gjennom elektronisk kommunikasjon” (NOU 2015:13, s. 97). Kommunenes interesse- og arbeidsgiverorganisasjon (KS) har fått utarbeidet rapporten *Ekom-infrastruktur for digitalisering i kommunal sektor*, som har kartlagt nåsituasjonen, mål og tiltak for at ekom-infrastrukturen skal være robust, ha god nok sikkerhet, dekning og kapasitet, samt for å dekke fremtidens behov. Rapporten sidestiller ekom med annen samfunnskritisk infrastruktur som veier, strømmnett og vann- og avløpsnett (Analysys Mason, 2019, s. 4).

Det vises også til at robusthet og redundans i ekom-infrastrukturen stadig blir viktigere og at det vil bli enda viktigere når den kommunale sektoren i større grad blir digitalisert, særlig grunnet beredskapsansvaret som kommunene bærer (Analysys Mason, 2019, s. 4). Behovet for tilgjengelige ekomnett og -tjenester er grunnleggende for befolkningens sikkerhet, blant annet fordi “ekom-infrastrukturen skal håndtere stadig nye samfunnskritiske tjenester, og samtidig sikre likeverdige muligheter for deltakelse i gigabitsamfunnet for alle” (Analysys Mason, 2019, s. 10). I denne sammenhengen vises det også til regjeringens beslutning om at det nye nødnett skal baseres på de kommersielle mobilnettene og at det i seg selv vil skape grunnlag for økt robusthet i mobilnett. På bakgrunn av dette argumenteres det for at politiske ambisjoner for digitaliseringspolitikken bør reflektere mer ambisiøse mål for ekom-infrastrukturen (Analysys Mason, 2019, s. 39).

Rapporten konkluderer blant annet med at det bør stilles strengere krav til oppetid og reservestrømskapasitet i mobilnett, og at det ikke er tilstrekkelig med statlig bevilgning til “forsterket ekom”-prosjektet (Analysys Mason, 2019 s. 10). Dette prosjektet vil vi komme tilbake til i kapittel 5.7.2 Programmet “forsterket ekom”.

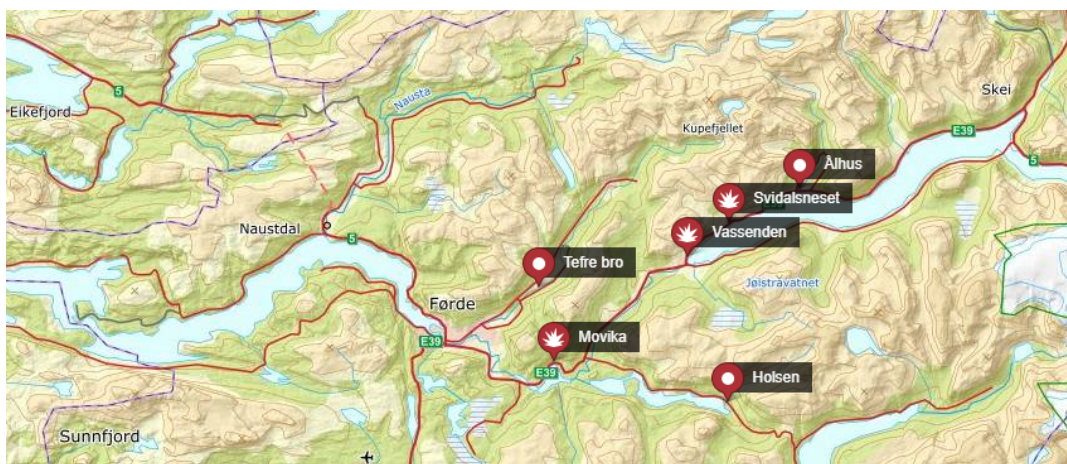
Samferdselsminister Jon Georg Dale pekte i 2018 på det faktum at ekomnettene bærer stadig viktigere verdier for det norske samfunnet (Fossen, 2018). Han argumenterte for viktigheten av å finne en balanse mellom verdier som går over til ekomnett, samt sikkerheten og robustheten i ekomnett. Særlig med tanke på at det i fremtiden vil være enda flere samfunnskritiske tjenester over ekomnett og at den digitale infrastrukturen må være robust og dimensjonert for fred, krise og krig (ibid.).

For hendelsen i Jølster 2019 har vi utarbeidet en skisse en tidslinje for hendelsesforløpet og tydeliggjør tidsrommet for utfall i mobilnettene. Denne skissen ligger som Vedlegg A.

2.2 Jølster 2019

I perioden fra 30. juli til 1. august i 2019, gikk det flere jordskred i området tilknyttet Jølster, Gloppen, Modalen og Førde kommune. Klokken 16:26 den 30. juli fikk Vest politidistrikt melding om et jordras over E39, dette nord for Vassenden i Jølster. De første meldingene forteller at ingen mennesker er involvert i hendelsen. 27 minutter senere får politiet en melding om at en hytte er tatt av raset, samt at ytterligere tre andre hus er blitt evakuert. Hittil er det ikke noen rapporter om at personer er tatt av raset (Kalajdzic & Folkman, 2019).

Samme dag klokken 17:00, mister ringstrukturen for basestasjonene til Nødnett redundans på grunn av et transmisjonsbrudd hos Telenor i Jølster. På samme tidspunkt mistet basestasjonene til Nødnett strømtilførselen ved Vassenden og Moskog, noe som medførte at de gikk over på batteridrift (DSB, 2019d). Samtidig fikk Telia et utfall på basestasjonene ved Vassenden og Moskog, ettersom at Telia leier transmisjonslinjer av Telenor i dette området (Telia, personlig kommunikasjon, 3.mars 2021). Med bakgrunn i dette, mistet mest sannsynlig også Telenor forbindelsen til sine basestasjoner i dette området. Totalt mistet Telenor forbindelsen til fem basestasjoner under hele hendelsesforløpet (Sunnmørsposten, 2019). ICE har ikke egne basestasjoner i dette området. Ettersom mobilkunder hos ICE roamer inn i mobilnettverket til Telia, påvirket dette også kunder hos ICE (Eninvest, 2019, s. 53).



Figur 1: Oversikt over jordskred (NRK, 2019).

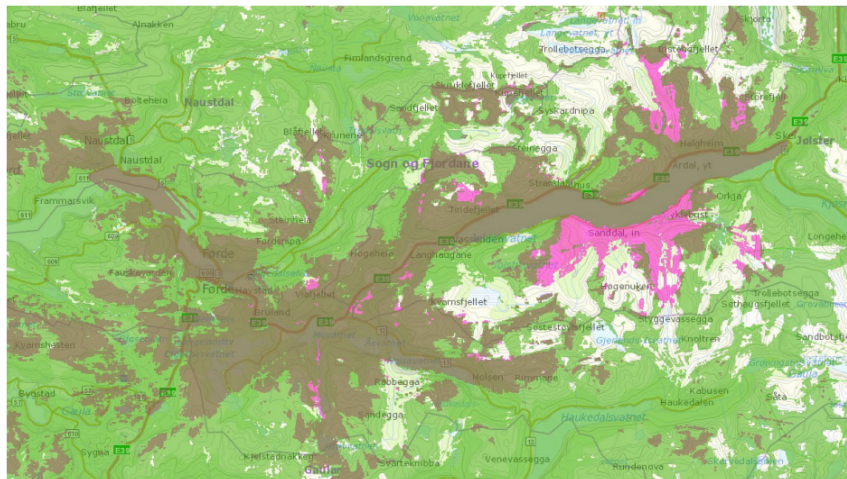
I perioden fra 17:16 til 17:25 kom det melding om enda et jordras like nord for Moskog, samtidig kom det en rekke meldinger om mindre ras (Kalajdzic & Folkman, 2019). Telenor bekrefter overfor Telia at de har et større utfall i området klokken 18:09, hvor rettetiden for

feilen settes til neste dag klokken 12:00 (Telia, personlig kommunikasjon, 3.mars 2021). Klokken 20:45 får politiet enda en melding om et ras som er mellom 40 og 50 m bredt, hvor en bil ble observert i eller ved raset. En time etterpå blir over 150 mennesker evakuert fra området, grunnet risikoen for ytterligere ras (Kalajdzic & Folkman, 2019).

Klokken 21:00 mistet Nødnett basestasjonen ved Myklebust den ordinære strømtilførselen og gikk dermed over på batteridrift. Batteriene i området har 20 timer nødstrøm, men ved å redusere kapasiteten, økte man driftstiden til omtrentlig 27 timer. Konsekvensene av dette tiltaket var imidlertid bare at noen brukere måtte nøkle radioen flere ganger, ettersom at tilgjengelige kanaler var opptatt (DSB, 2019d). Politiet startet søk med båt og helikopter i rasområdet, men avsluttet søket klokken 22:57 grunnet dårlig værforhold (Kalajdzic & Folkman, 2019).

På morgenen den 31 juli melder lensmannen i Førde at de ikke har kontroll på rundt 10 personer etter jordrasene (Kalajdzic & Folkman, 2019). Klokken 12:10 tar Telia forbindelse med Telenor, for å undersøke status på feilrettingen som var satt til 12:00. I den forbindelse ble tiden for feilretting utsatt med 24 timer. Klokken 12:15 mistet Telia forbindelsen til enda en basestasjon ved Jølstravannet på grunn av manglende transmisjon, denne kom imidlertid tilbake allerede 14:02 (Telia, personlig kommunikasjon, 3.mars 2021).

Klokken 10:20 besluttet DSB at de skulle utplassere en transportabel Nødnett basestasjon. Basestasjonen ble fraktet fra lageret i Bergen og ankom Førde klokken 17:30. Videre ble basestasjonen flydd inn med helikopter til Vassenden, på grunn av sperrede veier. Klokken 18:30 var basestasjonen på lokasjonen. Klokken 20:20 oppsto det enda et transmisjonsbrudd i Jølster hos Telenor, noe som medførte at tre Nødnett basestasjoner mistet forbindelsen til resten av nettverket. Klokken 20:40 var den transportable basestasjonen i drift og sørget for god dekning i området hvor disse basestasjonene falt ut, dette ved bruk av aggregat og satellittforbindelse som en del av transportnettverket (DSB, 2019d).



Figur 2: Dekningsanalyse med transportable basestasjon (DSB, 2019d)

Figuren ovenfor viser det kalkulerede dekningsområdet til den transportable basestasjonen som gav god midlertidig dekning i området. De brune feltene er kalkulerede områder som dekkes av den transportable basestasjonen og nærliggende basestasjoner som har overlappende dekning med de tre utfallene. De rosa markerer områder hvor de tidligere stasjonære basestasjonene hadde dekning, men hvor den transportable basestasjonen ikke gir dekning. De hvite feltene har ikke dekning, verken nå eller med normal drift av de stasjonære basestasjonene til Nødnett (DSB, 2019d).

Neste dag kl 09:00 gikk aggregatet til den transportable nødnett basestasjonen tom for drivstoff. Som resultat av dette, sluttet basestasjonen å fungere i to timer, frem til aggregatet ble etterforsynt med drivstoff. På grunn av skredfare måtte DSB kontakte Politiets IKT-tjenester for å få tillatelse til å kjøre inn for å å fylle på drivstoff. Et av to bein i ringstrukturen fra basestasjonene til kjerneinfrastrukturen i Nødnett, fikk tilbake forbindelsen klokken 12:20 (DSB, 2019d). Klokken 14:45 meldte Telia at deres basestasjoner ved Vassenden og Moskog var gjenopprettet (Telia, personlig kommunikasjon, 3.mars 2021). Ettersom at basestasjonen ved Myklebust fremdeles var uten strømtilførsel, ble Nødnettringen koblet sammen uten denne basestasjonen klokken 16:00, noe som medførte at fem basestasjoner fikk gjenopprettet full redundans (DSB, 2019d).

Den 02 august klokken 11:00 ble omkoblingen fjernet ved Myklebust, etter at strømmen var kommet tilbake, noe som resulterte i at alle de seks basestasjonene i ringstrukturen var tilbake med full redundans (DSB, 2019d).

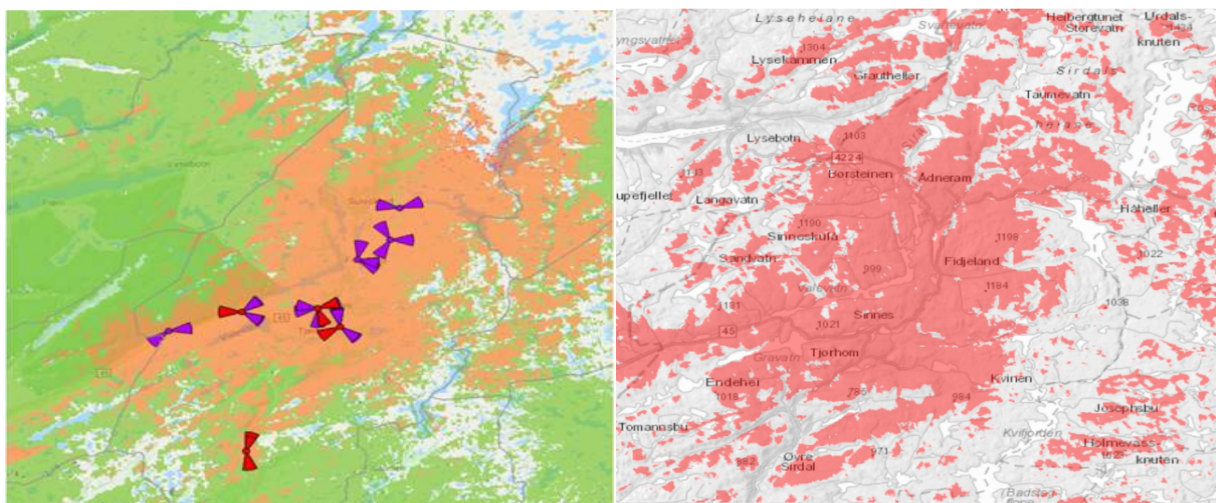
Telenor beskriver at det er mange hensyn som må ivaretas i ekstremisituasjoner som denne. Eksempelvis styrer politiet hvem som har adgang til områdene, basert på risikovurderinger. Videre har selskapet selv et ansvar for å ivareta sikkerheten til eget personell. Dette medførte at de først fikk tillatelse fra politiet til å starte feilrettingen etter 16,5 timer etter at hendelsen oppstod (Fuberg u.å.). Under intervjuet med Telia forklarte informanten at de vurderte å koble opp en mobil basestasjon i området, men på grunn av manglende transmisjon i området, landet beslutningen på å ikke transportere en ut. Hadde de derimot hatt friskt fra en eksisterende og fungerende Telia lokasjon, kunne de fått opp en nettverksforbindelse ved bruk av radiolinje.

Totalt gikk over 80 skred rundt Jølster og over 150 personer blir evakuerte. Mange blir også isolerte fra omverdenen av jordskredene. Blant annet blir rundt 15 biler sperret inne mellom to skred (Grov, Skramstad, Odland & Rognstad, 2019). Situasjonen er uoversiktlig og mangelen på mobildekning gjorde krisehåndteringen mer utfordrende. Fylkesberedskapssjef Haavard Stensvand har i media uttalt at utfall i mobilnettet var den største utfordringen for beredskap og politi (Kallelid, 2019b). De samme utfordringene påpekes av Lensmann Dag Fiske i Sunnfjord lensmannsdistrikt da han i en medieuttalelse forklarte at “den manglende mobildekningen er det store problemet her; alt må gå på nødnett, noe som begrenser kommunikasjonen veldig. Vi får veldig mange henvendelser fra pårørende fra hele landet som ikke får kontakt med familien” (Kallelid, 2019a). Etter erfaringene som ble gjort fra hendelsene i Jølster viser Nkom (2019, s. 4) i rapporten *Etablering av midlertidig mobildekning ved utfall* at mobilnettene er en grunnleggende forutsetning for kommunikasjon for befolkningen og mellom befolkningen og nød- og beredskapssetatene. I fremtiden vil nød- og beredskapssetatenes kommunikasjonsbehov være avhengig av mobilnettverkene, herunder konkluderer rapporten med at erfaringene fra Jølster 2019 viser “et økende behov for operative løsninger i de kommersielle nettene som raskt kan gi nødsetatene midlertidig dekning dersom de må operere i områder hvor den ordinære mobilinfrastrukturen er slått ut” (Nkom 2019, s. 25).

2.3 Sirdal 2021

Årsaken til bortfallene av mobilnettverkene i Sirdal fra 22. januar til 23. januar 2021, var en kombinasjon av både transmisjon- og strømbrudd. Feilene i høyspent- og lavspenningsnettverket ble forårsaket av vind i kombinasjon med tung snø- og islast på både master og transmisjonslinjer. Den ekstra påkjenningen forårsaket kollaps av trær, strømlinjer og strømmaster i enkelte områder (Agder Energi Nett, 2021).

Telenor fikk tre omfattende fiberbrudd i Sirdal, noe som førte til manglende transmisjon til basestasjoner i området. På bakgrunn av dette måtte Telenor sende ut tre skjøtelag for å feilrette forbindelsen (Sirdal Media, 2021). Under intervjuet med Telia fortalte informanten at de leier transmisjonslinjer av Telenor i dette området, noe som gjorde at feilene i transmisjonslinjene forårsaket et bortfall av mobilbasestasjoner hos begge leverandørene. Ettersom mobilkunder hos ICE roamer inn i mobilnettverket til Telia, påvirket dette også kunder hos ICE.



Figur 3: Kart over dekningsutfall i Sirdal for Telia og Telenor (Telia, personlig kommunikasjon, 10.mars 2021; NRK, 2021)

22 januar klokken 02:04 mistet Telia forbindelse til tre basestasjoner i tilknytning til Sirdal. To timer senere mister de forbindelsen til ytterligere fem basestasjoner. Dekningsutfallet er presentert til venstre i figur 3, med oransje farge (Telia, personlig kommunikasjon, 10.mars 2021). 23 januar klokken 13:00 kom de første fire basestasjonene til Telia tilbake i drift, resterende kom tilbake 19:55 samme dag. Vi har ikke klart å få tak i tilsvarende informasjon

fra Telenor i forbindelse med denne hendelsen. Basert på publisert kart fra Telenor, som vist til høyre i figur 3 med rød farge, er det sannsynlig å anta, at Telenor har hatt et omtrentlig tilsvarende antall basestasjoner ute av drift, i samme periode (NRK, 2021).

Nødnett leier transmisjonslinjer av Telenor i Sirdal, dermed påvirket disse bruddene dette nettverket også. Basestasjonene i Nødnettet er derimot bygget i ringstrukturer, noe som gir doble føringsveier til alle basestasjoner. Dette gjorde at nødnettet ikke fikk bortfall under denne hendelsen, men førte til reduksjon i redundans på transmisjonslinjene. I tidsrommet fra 22 januar klokken 03:34 til 10:40 mistet totalt seks Nødnett basestasjoner forsyningen av strøm. I løpet av 23. januar får samtlige basestasjoner tilbake strømmen, de første klokken 09:19 og den siste klokken 21:59 (DSB, 2021).

Alle Nødnetts basestasjoner har minimum åtte timer reservestrøm, men ved å redusere kapasiteten kan denne tiden forlenges. Dette medførte at en av basestasjonene klarte å drifte lengre på batteri, herunder fra 05:14 til 21:59, noe som betyr at den driftet i over 16 timer på batteri. For å være forberedt på lengre utfall, kjørte Sivilforsvaret opp en transportabel basestasjon på vegne av DSB. Denne ble ikke benyttet, ettersom kraftforsyningen var gjenopprettet før kapasiteten på basestasjonene ble oppbrukt (DSB, 2021).

3. Teori

I dette kapittelet vil oppgavens teoretiske forankring redegjøres for. Formålet med dette er å danne grunnlag for forståelse, og skal sammen med de empiriske funnene bidra til analysering og drøfting av problemstillingen og forskningsspørsmålene.

3.1 Samfunnssikkerhet, beredskap og beredskapsprinsippene

Justis- og politidepartementet beskrev i 2002 samfunnssikkerhet som “den evne samfunnet som sådan har til å opprettholde viktige samfunnsfunksjoner og ivareta borgernes liv, helse og grunnleggende behov under ulike former for påkjenninger» (Justis- og politidepartementet, 2002, s. 4). For å ivareta viktige samfunnsverdier etableres beredskap. Beredskap kan defineres som “tiltak for å forebygge, begrense eller håndtere uønskede ekstraordinære hendelser” (NOU 2000:24, s. 20). Forebygging av hendelser som kan true sentrale samfunnsinstitusjoner, vår felles sikkerhet eller den enkeltes trygghetsfølelse forklares som en av samfunnets viktigste oppgaver av Engen, Kruke, Lindøe, Olsen, Olsen & Pettersen (2016, s. 279).

I Norge bygger samfunnssikkerhets- og beredskapsarbeid på fire hovedprinsipper:

Ansvarsprinsippet innebærer at den organisasjon som har ansvar for et fagområde i en normalsituasjon, også har ansvaret for nødvendige beredskapsforberedelser og for å håndtere ekstraordinære hendelser på området.

Likhetsprinsippet betyr at den organisasjon man opererer med under kriser i utgangspunktet skal være mest mulig lik den organisasjon man har til daglig.

Nærhetsprinsippet som betyr at kriser organisatorisk skal håndteres på lavest mulige nivå.

Samvirkeprinsippet innebærer at myndigheter, virksomheter eller etater har et selvstendig ansvar for å sikre et best mulig samvirke med relevante aktører og virksomheter i arbeidet med forebygging, beredskap og krisehåndtering. (Samfunnssikkerhetsinstruksen, 2017, III).

De tre første prinsippene ble introdusert av Justis- og politidepartementet i 2002 (Justis- og beredskapsdepartementet, 2002). Det nyeste beredskapsprinsippet, samvirkeprinsippet, ble lagt frem i 2012 som en direkte konsekvens av terrorangrepet 22.juli.2011 (JD, 2012).

Formålet er å styrke samfunnets evne til å forebygge kriser og til å håndtere alvorlige hendelser gjennom et helhetlig og koordinert arbeid med samfunnssikkerhet (Samfunnssikkerhetsinstruksen, 2017, I).

3.2 Kriser og krisefaser

Krisebegrepet blir brukt i svært forskjellige sammenhenger, fra dagligtale til fagmiljøer. Man kan derfor si at begrepets betydning er et verdiladet begrep, ettersom forkunnskaper og persepsjon spiller inn i begrepets betydning for den enkelte aktøren. Det finnes derfor ingen universell definisjon av begrepet. Det som er en krise for noen, kan være dagligdagse hendelser for andre. Det er derfor nødvendig å skille mellom ulykker, kriser og katastrofer. Ulykker håndteres av blålysetatene og er av mindre omfang. En krise er en uønsket hendelse med et større omfang, hvor det er nødvendig å iverksette en mer omfattende respons og mobilisering lokalt og ofte også regionalt. Ved katastrofer har hendelsen medført store ødeleggelser på infrastruktur og krever mobilisering av mer omfattende responskapasiteter nasjonalt, og i enkelte tilfeller også internasjonalt. Eksempler på ressurser som kan iverksettes for å håndtere katastrofer er mobilisering av direktorater, departementer og militære ressurser (Engen et al., s. 262; Olsen & Mathiesen, 2019, s. 72-73).

Tabell 1: Hendelseskategorisering. Sentrale forskjeller mellom ulykke, krise og katastrofe (Engen et al., 2016, s. 262).

	Omfang	Ressursbehov	Mobilisering
Ulykke	X	X	Lokal
Krise	XXX	XXX	Lokal Regional
Katastrofe	XXXX	XXXXX	Lokal Regional Internasjonal

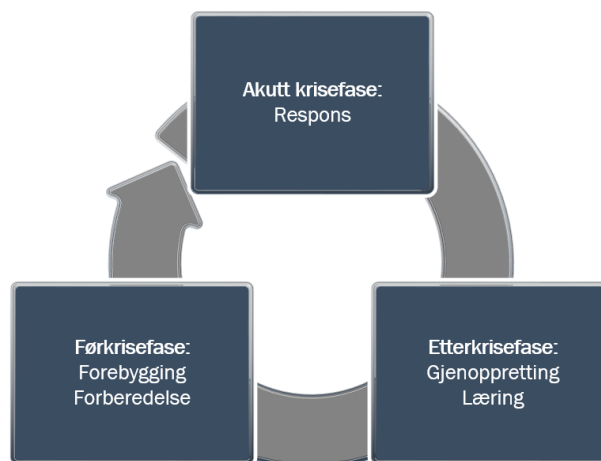
En uønsket hendelse kan defineres som “en hendelse som har forårsaket eller kunne ha forårsaket ulike typer skader på sentrale verdier” (Engen et al., 2016, s. 261). Sentrale verdier er i et samfunnsikkerhetsperspektiv liv og helse, materielle verdier, natur og miljø, og omdømme (Lunde, 2019; Engen et al., 2016, s. 261). I denne studien vil vi bruke “uønsket hendelse” om både kriser og katastrofer. Uønskede hendelser av ulik størrelse krever med andre ord ulik kriserespons for å kunne håndteres på en god måte. Boin, Hart, Stern & Sundelius (2016) forklarer ulykker som hverdagslige hendelser preget av rutinemessig håndtering og gode muligheter for forberedelse (Boin et al., 2016).

Krisebegrepet har i tillegg utviklet seg over tid, men har ofte fokus på en uønsket hendelse som rammer et system. Et system kan være så mangt, og gjennom litteraturstudien som er utført i denne studien, har vi registrert at begrepet ofte blir brukt uten å forklare nærmere hva forfatterne legger i begrepet. DSB (2014, s. 15) skriver følgende om hva de mener et system er: "... et system kan i denne sammenheng være både tekniske systemer (for eksempel infrastrukturer) og større organisatoriske systemer som et lokalsamfunn eller nasjon".

Selv om det finnes ulikheter ved definisjonene, er det også en del likheter ved formuleringene av begrepet. Krisebegrepet beskrives gjerne med ord som trussel, forvirring, usikkerhet, manglende kontroll, tidspress, informasjonsutfordringer - både for mye og for lite informasjon samtidig, samt beslutningsutfordringer (Lunde, 2019; Hammervoll, 2013, Kruke, 2015; Engen et al., 2016). Boin et al. (2016) forklarer at usikkerhet, samt knapphet på tid og ressurser preger beslutningsprosessene.

Sårbarhetsutvalget har definert krise som "... en hendelse som har potensial til å true viktige verdier og svekke en virksomhets evne til å utføre sine samfunnsfunksjoner" (NOU 2000:24, s. 19). Definisjonen viser til trusselen og samfunnets funksjoner i et bredt perspektiv. JD (2016, 26) definerer krise som "en uønsket situasjon med høy grad av usikkerhet og potensielt uakseptable konsekvenser for de enkeltpersoner, organisasjoner eller stater som rammes". Denne definisjonen trekker frem usikkerheten som preger en krise og de potensielle konsekvensene, både på individ-, organisasjons- og samfunnsnivå. Rosenthal, Charles & t'Hart (1989, s. 10) beskriver begrepet som at en krise er "en alvorlig trussel mot strukturer, verdier og normer i et sosialt system som under tidspress og usikkerhet gjør det nødvendig å foreta kritiske beslutninger". Denne definisjonen trekker frem både trusselen, tidspresset, usikkerheten og behovet for beslutningstaking.

Det har vært vanlig å forstå krise som en lineær prosess med en klar avgrensning i tid og rom – en tydelig start og en tydelig slutt. Flere forskere har laget ulike faseinndelinger av kriser (Turner, 1976 ; Olson, 2000; Kruke, 2012; Coombs, 2019). Selv om faseinndelingene har ulike inndelinger og navn, kan de alle samles og fordeles inn i en førkrisefase, en akutt krisefase og etterkrisefase. Den akutte krisefasen er det som gjerne ansees som å være «krisen», med en tydelig start og slutt. Coombs (2019) omtaler denne fasen som kriseresponsfasen. Kruke (2015) presenterer krise som en sirkulær prosess fra en førkrisefase til akutt krisefase og over til etterkrisefase.



Figur 4: Det utvidede krisebegrepet (Kruke, 2015)

Den sirkulære prosessen vil alltid føre tilbake til en førkrisefase, og hensikten er da å komme tilbake i en sterkere utgave. Kruke (2015) forklarer at det er en klar sammenheng mellom de forberedelser som gjøres i førkrisefasen og effektiv respons i den akutte krisefasen.

Etterkrisefasen har fokus på normalisering, evaluering, læring, granskning og gjenoppretting. Ved å ta lærdom av tidligere kriser vil systemet bli mer robust. Tanken er at man gjennom læring etter krise vil kunne bli mer forberedt ved neste krise (Kruke, 2015).

3.3 Krisehåndtering

Denne studien fokuserer på den akutte krisefasen. I denne sammenhengen vil krisehåndtering omtales som alle aktiviteter og tiltak som iverksettes med den hensikt å begrense skadevirkningene og konsekvensene av en uønsket hendelse. Her implementeres planleggingen og treningen fra førkrisefasen. Hovedaktiviteten i den akutte krisefasen er vanligvis søk og redningsaksjoner (SAR) og andre livreddende aktiviteter (Kruke, 2015).

Krisehåndtering defineres av Engen et al. (2016, s. 300) som “den umiddelbare og påfølgende responsen, forberedt eller ad-hoc, når en krise har manifestert seg”. I denne studien vil vi bruke begrepet effektiv krisehåndtering. Dette er et begrep som ofte brukes i sammenheng med samfunnssikkerhet, men som sjeldent blir definert. Begreper som god krisehåndtering og hensiktsmessig krisehåndtering blir også brukt. Formålet med krisehåndtering er å gjenopprette en form for normalitet, å få kontroll på de farer som har manifestert seg, og å

redusere konsekvensene av krisen for viktige verdier som liv og helse og miljø (Engen et al., 2016, s. 301). Effektivitet kan defineres som “det å være effektiv virkningsfull, det at noe virker etter plan, at utbyttet eller avkastningen er stor i forhold til innsatsen, særlig om arbeid og kapitalutstyr” (Store norske leksikon, 2018). Kapasitet og gjennomføringstid er sentrale effektivitetsparametere (Njå, Sommer, Rake & Braut, 2020, s. 264). Kapasitet kan måles i form av styrke, antall, trykk, gjennomstrømningsrate, mens gjennomføringstiden viser til den tiden som trengs for å utføre en beredskapsaktivitet eller beredskapsfunksjon (ibid.).

I krisehåndtering er responsaktører delt inn etter tre nivåer: taktisk-, operasjonelt- og strategisk nivå. De ulike ansvarsområdene og oppgavene responsaktørene har, varierer ut fra hvilket nivå krisehåndteringen er lagt til. Engen et al. (2016, s. 301) forklarer at det er en rekke faktorer som spiller inn i styring av kriser. Forfatterne viser til lokalisering av beslutningsfullmakt, hvem som sitter på oppdatert kunnskap om situasjonen, hvor fort krisen utvikler seg, troen på befolkningens kapasiteter, samt tilgjengelighet av ressurser og kapasiteter som slike faktorer.

Tabell 2: Hierarkiet i krisehåndtering (Engen et al., 2016, s. 301)

Hovedkvarter	Tredjelinje	Strategisk nivå
Operasjonsrom	Andrelinje	Operativt nivå
Kriseområdet/skadestedet	Førstelinje	Taktisk nivå

Hovedkvarteret er den sentrale ledelsen i en organisasjon, og kalles derfor gjerne strategisk nivå (Engen et al., 2016 s. 302). På andre linje finner vi gjerne et operasjonsrom. Den operative ledelsen har fokus på å lede og påvirke krisehåndteringen mot et spesifikt mål (Olsen & Eid, 2018, s. 334). Dette gjør de ved å skape oversikt, koordinering av tilgjengelige ressurser og samvirke på tvers av ulike aktører (Bjelland & Nakstad, 2018, s. 31). Det taktiske nivået befinner seg på skadestedet eller i kriseområdet, og hvor de viktige verdiene som liv og helse står på spill (Engen et al., 2016 s. 302).

I den første tiden av den akutte krisefasen omtales gjerne som “den gyldne timen”. Dette er tidsrommet hvor livreddende aktiviteter foregår før profesjonelle beredskapsaktører, som politi, ambulanse og brann- og redning, ankommer skadestedet eller kriseområdet (Kruke, 2015). De som gjennomfører aktiviteter i denne tidlige fasen er *first responders*, de tilfeldig tilstedeværende, familiemedlemmer, tilskuere, naboer, kolleger, venner for å nevne noen, i

tillegg til de rammede selv der det er mulig. Det er de som kontakter nødsentralen, og som gjennomfører de livreddende aktivitetene i den første fasen – eller den gyldne timen (Helsloot & Ruitenbergh, 2004; Kruke, 2015).

Tabell 3: Aktører i et kriseområde i forhold til krisefaser og ansvar (Kruke, 2012).

Aktørene	Fase	Ansvar
De rammede	“Den gyldne timen”	Berge livet til seg selv og andre
De tilfeldig tilstedeværende	“Den gyldne timen” (+)	Ad-hoc innsats for å hjelpe folk i nød
De profesjonelle	Akutt fase (30 min +)	Tar over ledelsen og håndtering (når kapasiteter er tilgjengelig)
De frivillige	Akutt fase (1 time +)	Egendefinert og avtalt

De profesjonelle beredskapsaktørene har en varslings- og utrykningstid som gjør at det vil ta tid før de ankommer kriseområdet. Denne tiden vil variere avhengig av en rekke faktorer, eksempelvis geografi, værforhold, bemanning og trafikk. Under hendelsene den 22. juli varte den gyldne timen rundt 10-15 minutter ved regjeringsskivartalet, mens den varte rundt 90 minutter på Utøya (Kruke, 2015).

Ifølge Schneider (1995) har befolkningen forventninger om at kriseledelsen tilbyr den hjelpen som trengs, reagerer raskt, har oversikt over situasjonen og kommer med korrekt informasjon. Videre forklarer Schneider at kriseledelsen har forventninger til de som er rammet. Disse forventningene er koblet til at befolkningen har tillit til jobben kriseledelsen gjør, er tålmodige og takknemlige, samt handler i tråd med informasjonen som blir gitt. Samtidig forventer myndighetene at innbyggerne skal ha tillit til dem og ta innover seg den informasjonen som blir gitt (Schneider, 1995).

Boin et al. (2016) argumenterer for at en vellykket krisehåndtering avhenger av hvorvidt kriseledelsen lykkes med å forstå krisen (sense making), å fatte beslutninger basert på forståelsen (decision making) og hvorvidt de lykkes i å skape mening og få aksept for det kriseledelsen beslutter (meaning making). Beslutningstakerne er avhengig av aksept og forståelse for sin oppfatning av krisen og de tiltak som iverksettes. De er nødt til å kommunisere hva som skjer, hvorfor det skjer og hva som må skje (Boin et al., 2016). Dette

gjelder både kommunikasjon ut til befolkningen og andre involverte aktører. Oppgaven med å få aksept og forståelse blir mer kompleks i kriser hvor det er mange aktører involvert.

En annen faktor som avgjør hvor vellykket krisehåndtering er avhenger, ifølge Boin et al. (2016) av at krisehåndteringen avsluttes på et fornuftig tidspunkt (terminating) – en overgang fra krisesituasjon til rutiner og en normaltstand. Det siste forfatterne trekker frem i denne sammenhengen er viktigheten av læring etter krisen. Det er tydelig at forfatterne argumenterer for koordinering og kommunikasjon som en vital del av en vellykket krisehåndtering (ibid.).

3.4 Krisekommunikasjon

Krisekommunikasjon kan defineres som:

“Formidling av viktig og presist budskap på en mest mulig effektiv måte, under stort tidspress. Kommunikasjon skal begrense usikkerhet om ansvarsforhold, klargjøre hva virksomheten gjør for å løse problemet og redusere krisens omfang, samtidig formidle hvordan rammede kan få hjelp og støtte.”

(Fagerli, Jørgensen, Lund, Meling, Stanger-Thorsen & Volan, 2012, s. 17).

Det er vanlig å skille mellom informasjon og kommunikasjon. Informasjon kan defineres som “en situasjon der en sender overfører et meningsbærende budskap som kan bestå av tekst, bilde, lyd til en mottaker, altså en enveis prosess” (DSB, 2007, s. 8). Informasjon kan være effektivt i krisehåndtering, men kan også bli preget av rykter og falske sannheter som kan føre til forvirring og usikkerhet - både blant kriseledelsen og hos befolkningen (Olsen & Mathiesen, 2019, s. 51).

Kommunikasjon blir av DSB (2007, s.8) beskrevet som samhandling, hvor man utveksler informasjon i en toveisprosess. Olsen & Mathiesen (2019, s. 51) forklarer at fordelene med en toveisprosess er at kommunikasjonen mellom befolkningen til kriseledelsen kan bidra til en mer vellykket krisehåndtering fordi kriseledelsen får hjelp med å kartlegge utviklingen av krisen, samt at ledelsen vil kunne holde seg oppdatert på hva som skjer på skadestedet. I denne studien vil vi skille mellom begrepene informasjon og kommunikasjon, men krisekommunikasjonsbegrepet vil likevel bli tolket som å kunne innebære både informasjon og kommunikasjon.

Krisekommunikasjonsprosessen innebærer å samle informasjon, analysere den og videreformidle den (Løvik, 2015, s. 21). Når det gjelder sosiale medier mener han det ikke er et verktøy som har som hovedformål å være et krisekommunikasjonsverktøy, men mer “need for speed” på den måten at de sosiale mediene krever at man kan jobbe raskt og sikkert. (Løvik, 2015). Sosiale medier kan defineres som “åpne eller lukkede digitale møteplasser som gjør det mulig for to eller flere mennesker å kommunisere via internett” (Løvik, 2015, s. 26). Løvik (2015, s. 23) påpeker at på lik linje med kriseledelsen, nød- og beredskapsaktørene, har befolkningen også et stort behov for informasjon om den pågående krisen. Informasjon befolkningen ofte søker er “hva har skjedd?”, “hva skal jeg gjøre?”, “hvor skal jeg henvende meg?”, “hvem er ansvarlig myndighet?”.

Coombs (2019, s. xi) argumenterer for at krisekommunikasjon er selve livsnerven i krisehåndteringen. Dersom behovet for krisekommunikasjon ikke blir møtt vil krisehåndteringen bli svekket. Manglende krisekommunikasjonplattformer mellom kriseledelsen og befolkningen vil kunne svekke tillit og omdømme, men kan også få store konsekvenser for liv, helse og andre samfunnsverdier (Coombs, 2019). Beredskapsaktørene har behov for informasjon om krisens omfang og utvikling, for å kunne yte en effektiv respons. En utfordring som ofte gjerne oppstår er å raskt nå ut med krisekommunikasjon til de som har behov for den. En grunn til dette er at kriseledelsen opplever et “kunnskapsvakuum”, eller at informasjonen de sitter på er preget av stor grad av usikkerhet (Coombs, 2019).

3.5 Situasjonell altruisme

Når uønskede hendelser og kriser oppstår er menneskers ønske og vilje til å bidra med ressurser generelt stor. Dynes (1994) forklarer dette i teorier om situasjonell altruisme. Denne formen for altruisme gjelder ikke bare de som er direkte rammet av krisen, men også tilfeldig tilstedeværende og lokalsamfunnet som sådan. Situasjonell altruisme oppstår ifølge Dynes (1994) i situasjoner hvor aktørene som tradisjonelt er involverte i aktiviteter knyttet til krisehåndteringen av uønskede hendelser og kriser, trenger å bli supplert eller forsterket, eller det oppstår tvil i befolkningen om håndteringsevnen til de profesjonelle aktørene. Videre hevder Dynes (1994) at fordi behovet oppstår spontant som følge av en uønsket hendelse eller krise, vil hjelpeaktiviteten ikke følge strenge, institusjonaliserte mønstre. Som en følge av dette vil de tradisjonelle rollene i krisehåndteringen utvides og nye roller skapes, hvor individer og grupper av befolkningen tar på seg nye oppgaver og ansvar for å utøve

assistanse. Dynes (1994) peker på at situasjonell altruisme som noe som skaper tilgjengelige ressurser, både i form av personell og materiell, som kan bidra til en effektiv krisehåndtering.

3.6 Sosiale medier i kriser

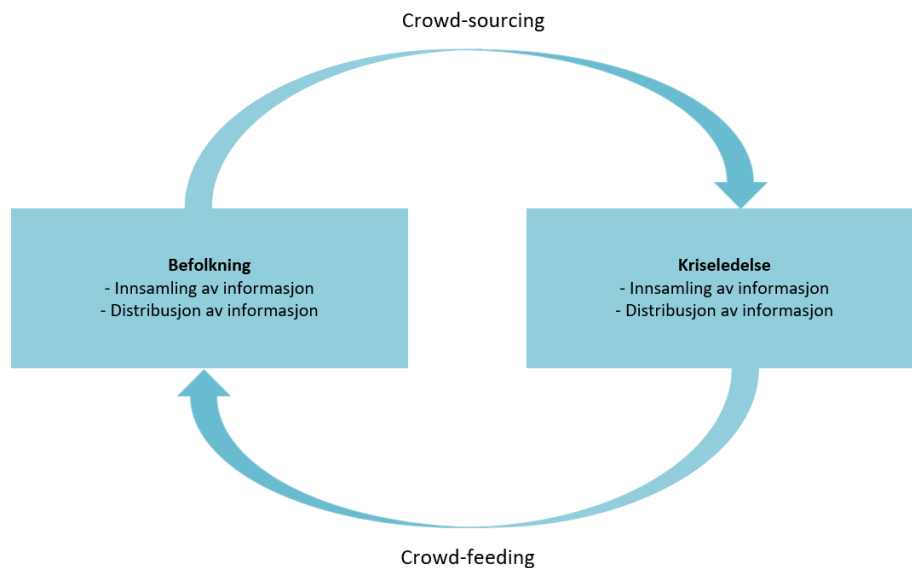
Sosiale medier blir brukt av store deler av befolkningen og har de siste årene blitt en kommunikasjonskanal med stadig større betydning i kriser (Fagerli, Jørgensen, Lund, Meling, Stranger-Thorsen & Volan., 2012, s. 15). Facebook er den desidert største plattformen i Norge med nesten 3,5 millioner brukere (Ipsos, 2021). Gjennom sosiale medier spres budskap raskt og når ut til mange. Alexander (2013a) har identifisert forskjellige måter hvor sosiale medier kan bli brukt i kriser: Lytte til offentlig debatt, overvåke situasjonen, utvide beredskapsrespons, crowd-sourcing og samarbeid, skape sosial tilhørighet og å fremme saker, eksempelvis organisering av donasjoner til veldedige formål, samt styrke forskning (Alexander, 2013a, s. 720-723). Han peker også på negative sider ved sosiale medier, blant annet ryktespredning, samt falsk og misvisende informasjon.

Olsen & Mathiesen (2019) viser til at bruk av både tradisjonelle medier og sosiale medier må brukes for effektiv krisehåndtering. Bruken av sosiale medier har endret hvordan krisekommunikasjonen skjer. Før gikk informasjonen kun fra kriseledelsen og responsaktørene, mens det nå har åpnet seg muligheter for kommunikasjon mellom, fra og til de som er rammet (Olsen & Mathiesen, 2019, s. 50). Når sosiale medier blir brukt som krisekommunikasjonsplattform av responsaktørene er det viktig at informasjonen som innhentes blir kvalitetssjekket, slik at situasjonsforståelsen blir så riktig som mulig (ibid). Denne kvalitetssikringen og vurderingen av informasjonen som er tilgjengelig i sosiale medier er ressurskrevende, men føre til en effektiv krisehåndtering (Olsen & Mathiesen, 2019, 51-52). I kriser oppstår det et informasjonsvakuum og kriseledelsen kan dra nytte av sosiale medier for å bidra til å tette dette vakuumet (Løvik, 2015, s. 19).

Løvik (2015, s. 27) forklarer at befolkningens mulighet til å påvirke krisehåndteringen ved å dele informasjon de har, dele budskap, tanker og erfaringer ved bare noen tastetrykk gjør at sosiale medier skiller seg fra tradisjonelle medier som aviser, radio og TV.

Crowd-sourcing kan, ifølge Alexander (2013a, s. 723) være et godt verktøy for å samle inn informasjon i kriser. Crowd-sourcing går ut på å innhente informasjon og kunnskap gjennom befolkningen. Fordi befolkningen er *first responders* innehar de en sosial kapital i form av

mobilisering av ferdigheter, ledelse, nettverk og støtte systemer. Alexander (2013a) viser til at crowd-sourcing gjør det mulig å utforme krisekart, hvor befolkningens rapportering samles og blant annet kan skildre midlertidig bosetting av de direkte rammede, ressursfordelinger, tilgjengelige veier og berørte områder (ibid.). Olsen & Mathiesen (2019, s. 56) viser også til crowd-sourcing som et nyttig verktøy i kriser, som kan bidra med å mobilisere store ressurser slik at flest mulig kan bistå de rammede.



Figur 5: Crowd-sourcing og crowd-feeding (Basert på Engen et al., 2016, s. 331).

Crowd-seeding, er en annen måte for kriseledelsen å innhente informasjon. Crowd-seeding skiller seg fra crowd-sourcing i det at innhentingene gjøres fra en mindre gruppe i befolkningen med et spesielt mandat (Engen et al., 2016, s. 330). Informasjonen kriseledelsen kan innhente gjennom crowd-sourcing er gjerne fra de direkte rammede, men crowd-seeding ikke nødvendigvis er det. Kildene som benyttes i crowd-seeding er kjent for kriseledelsen og gjør det lettere å stole på informasjonen (Van der Windt & Humphreys, 2016; Seltzer & Mahmoudi, 2013). Crowd-seeding er ikke nødvendigvis digitalisert eller web-basert, i motsetning til crowd-sourcing (Engen et al., 2016, s. 331).

Engen et al. (2016, s. 331) forklarer crowd-feeding som å tilbakeføre informasjon til befolkningen igjen. Hensikten med crowd-feeding er at befolkningen kan innrette seg best mulig til den situasjonen eller krisen som har oppstått. Figur 5 viser det gjensidige avhengighetsforholdet mellom crowd-sourcing og crowd-feeding.

Engen et al. (2016, s. 331) peker på potensialet som ligger i sosiale medier som krisekommunikasjonsverktøy, men viser også til avhengigheten til strøm som en utfordring i kriser. Utfordringen forklarer de ligger i det at når det oppstår strømbrudd vil radio, fjernsyn og internett slutte å fungere umiddelbart. Tilgjengeligheten vil vare litt lenger i mobiler - alt avhengig av tilstanden på reservestrømsløsningene på basestasjonene.

Olsen & Mathiesen (2019) argumenterer for at sosiale medier bør inkluderes i alle krisefasene. Dette begrunner de med at dersom sosiale medier blir brukt også i forkant av uønskede hendelser vil kriseledelsen kunne dele og informere befolkningen forebyggende, i en førkrisefase. I denne studien vil Hafting (2017, s. 20) sin definisjon av kriseledelse benyttes, som beskrives som «en gruppe mennesker som håndterer uvanlige situasjoner med varierende grad av usikkerhet og kompleksitet for å forebygge, forbedre, handle eller lære av kriser».

3.7 Resiliens

Resiliens er et stadig viktigere begrep innen en rekke fagfelt, også tilknyttet samfunnssikkerhet og beredskap. Samfunnssikkerhet kan defineres som “samfunnets evne til å verne seg mot og håndtere hendelser som truer grunnleggende verdier og funksjoner, og setter liv og helse i fare” (JD, 2016, s. 19). Slike hendelser kan være utløst av naturen, være et utslag av tekniske eller menneskelige feil eller bevisste handlinger. Samfunnssikkerhet kan dermed forstås som beskyttelse mot og håndtering av uønskede hendelser, som kan få konsekvenser for funksjoner og befolkningen, både som gruppe og individ (JD, 2016).

Innenfor samfunnssikkerhet brukes begrepet gjerne som en utdyping av robusthet, men brukes også som synonymt (NOU 2018:17, s. 62). Dette vil vi beskrive nærmere i kapittel 3.7.1 Robustness. Resiliens stammer fra det latinske *resilire* og *resilio* som kan oversettes til å sprette tilbake - *bounce back* på engelsk (Alexander, 2013b). Opprinnelig ble resiliensbegrepet brukt i et mekanisk perspektiv om evnen til å komme tilbake til en normaltilstand etter en påkjenning. Alexander (2013b) bruker en strikk som kan strekkes langt, for så å gå tilbake til sin opprinnelige form, som eksempel for å tegne et mentalt bilde av begrepet. Siden midten av 1900-tallet, og særlig de siste 50 årene, har begrepsbruken utviklet seg fra å være et mekanisk og økologisk begrep, til å nå være et adaptivt begrep med vidt bruksområdet (ibid.). En risiko som har fått stadig større plass i samfunnssikkerhetsarbeid er klimarisiko. Særlig i sammenheng med store hendelser, som

orkanen Katrina i 2005. Slike hendelser viser til en endring i risikoen, som samfunnet er utsatt for. Dette poengterer viktigheten av å skape et resilient samfunn (Stavland & Bruvoll, 2019).

Det finnes et mangfold av tilnærminger og tolkninger av begrepet resiliens. Det å fange begrepets essens er krevende, og kanskje enda mer på norsk å finne en dekkende formulering. Det er heller ikke bare nyanseforskjeller i definisjonene, men også større forskjeller i forståelsen av begrepets omfang. De ulike forståelsene fokuserer ofte på ulike elementer. En utfordring knyttet til en manglende samlet forståelse av et begrep, er at det kan bli ansett som betydningsløs. En kan likevel argumentere for at å tilpasse en definisjon ut fra formålet vil være hensiktsmessig, så lenge det blir redegjort for hva som legges i begrepet (Stavland & Bruvoll, 2019).

Dersom en skal forsøke å stake ut noen likhetstrekk på tvers av definisjonene, vil en kunne argumentere for at evnen til å stå imot eller absorbere påkjenninger, er et element som i stor grad er gjentakende komponenter. Videre vil evnen til gjenoppretelse og tilbakeføring til normaltilstand ofte gå igjen. Hollnagel et al. (2006) sine fire kjennetegn for resiliente organisasjoner er en definisjon som treffer flere av momentene som har relativt bred enighet:

- i. Evnen til effektiv og fleksibel respons på både regulære og irregulære trusler.
- ii. Evnen til å overvåke situasjoner og ha kunnskap om hendelser som kan oppstå.
- iii. Evnen til å ta lærdom fra hendelser som oppstår, samt tidligere hendelser.
- iv. Kunnskap om hva som kan forventes, eller hvordan situasjoner og trusler kan utvikle seg. (Stavland & Bruvoll, 2019)

Hollnagel et al.(2006) argumenterer for at utvikling og forbedring av enkelte elementer ikke kan skje uavhengig av hverandre og at for å øke resiliens i organisasjonen kreves det prosesser hvor alle momentene er inkludert.

Mangfoldet av tolkninger undersøkes i rapporten *Resiliens – hva er det og hvordan kan det integreres i risikostyring?* (2019) publisert av Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). Her eksemplifiserer de det store mangfoldet av definisjoner ved å ramse opp noen forskjellige formuleringer og tolkninger (Stavland & Bruvoll, 2019, s. 11):

- i. “Resilience is an organization’s ability to adjust to harmful influences rather than to shun or resist them” (Hollnagel et al., 2006).
- ii. “The ability of a system, community or society exposed to hazards to resist, absorb, accommodate, adapt to, transform and recover from the effects of a hazard in a timely and efficient manner, including through the preservation and restoration of its essential basic structures and functions through risk management.” (United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduciton, 2017).
- iii. Resiliens er “et samfunns evne til å tåle og håndtere store hendelser, gjenopprette viktige funksjoner etter at hendelser har funnet sted, og om nødvendig tilpasse seg til endrede forutsetninger” (JD, 2016 :31).

Definisjonene som ble presentert over viser et spekter av forskjellige fokusområder og forståelser av resiliens og tidsaspektet. Proaktiv resiliens (eller *precursor resilience*) fokuserer på tilpasning forut for en uønsket hendelse fremfor reaktiv og evnen til å håndtere hendelser som har inntruffet før de får utvikle seg (Engen et al., 2016, s. 154). Definisjonene til JD (2016) og United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduciton (UNISDR) (2017) fokuserer på prosessene i alle krisefasene (Stavland & Bruvoll, 2019). Hollnagel, Woods & Levenson (2006) har særlig vektlagt et systems håndtering av pågående hendelse - den akutte krisefasen og faller dermed under kategorien reaktiv resiliens. Reaktiv resiliens (recovery resilience) handler om evnen til å raskt gjenopprette og komme tilbake med økt robusthet etter en uønsket hendelse (Pettersen & Schulman, 2016)

Selv om det er ulike definisjoner og beskrivelser av resiliensbegrepet kan de fleste deles inn i tre kapasiteter, slik som Francis & Bekera (2014) presenterer. Forfatterne presenterer resiliens som kapasiteter i et system. De deler kapasitetene inn i tre kategorier som utgjør *resilienstriangelet* - en absorberende kapasitet, en tilpassende kapasitet og en gjenopprettende kapasitet.



Figur 6: Resiliens-triangelet (basert på Francis & Bekera, 2014).

Den absorberende kapasiteten handler om de prosessene som skjer i forkant av en uønsket hendelse. Denne kapasiteten kan styrkes ved å etablere og bygge opp buffere (Francis & Bekera, 2014). Redundans, som back-up løsninger, kan også gi en styrket absorberende kapasitet (Quyang, Duenñas-Osorio & Min, 2012). Dette kan eksempelvis være en etablert reservestrømkapasitet på en basestasjon med tilhørende nettverksinfrastruktur, som skal fungere som en buffer frem til strømmettet er gjenopprettet.

Gjenopprettingskapasiteten viser til systemets evne til å komme tilbake til en normaltilstand etter en uønsket hendelse (Francis & Bekera, 2014). Denne gjenopprettningen betyr vanligvis ikke kun for gjenopprettning av den tidligere normaltilstanden, men sikter heller til en forbedret normaltilstand. Investeringer i denne kapasiteten vil kunne styrke effektiviteten i gjenopprettingsarbeidet og redusere kostnader (Stavland & Bruvoll, 2019).

Den tilpassede kapasiteten handler om hvordan systemet responderer på en påkjenning eller uønsket hendelse. Denne kapasiteten omfatter alle endringer som blir gjort i et system for å bedre tilpasningsevnen i møte med uønskede hendelser (Francis & Bekera, 2014).

Bruneau et al. (2003) beskriver resiliens som “et systems evne til å redusere sannsynligheten for påkjenninger, absorbere påkjenninger dersom de oppstår og evnen til raskt gjenopprette ytelsesevne etter påkjenninger.” (egen oversettelse basert på Bruneau et al., 2003). Denne forståelsen viser til at et system er resilient dersom systemet reduserer sannsynligheten for svikt, reduserer konsekvensene av svikt, herunder tap av liv, skade og negative økonomiske og sosiale konsekvenser, samt reduserer tiden for gjenopprettning. Med gjenopprettning siktes

det til et spesifikt system eller sett av systemers evne til å komme tilbake til normal ytelsesevne (ibid.).

Videre presenteres det at resiliensbegrepet er sammensatt av fire elementer – de fire R-er, robustness, redundans, ressurssterkhet og rapiditet. Forfatterne deler elementene inn i to grupper - mål og midler. Robustness betyr å ha et sterkt system og rapiditet, som kan oversettes til hurtighet, sikter til systemets evne til rask gjenopprettingstid. Sammen utgjør disse to elementene det forfatterne omtaler som mål for resiliens. Redundans og ressurssterkhet bidrar til å oppnå målet om styrket resiliens i systemet, og omtales derfor som midler (ibid.).

Vi vil nå forklare hva de fire R-ene innebærer med utgangspunkt i Bruneau et al. (2003).

3.7.1 Robustness

Vi ser det som hensiktsmessig å redegjøre for og klargjøre skillet mellom begrepene *robusthet* og *robustness*. Grunnen til dette er at ordet robusthet i norsk sammenheng, ofte brukes om begrepene “resilience” og “robustness”. Dette er ikke bare tilfellet i dagligtale, men også i faglige sammenhenger. Under intervju med Nkom ble det tydelig at de har en sammenfallende forståelse av robusthet, og at de bruker det som synonym for resilience. I denne studien er det derfor viktig å presisere at bruken av begrepet robusthet, refererer til den norske oversettelsen av resilience. Robustness viser til den spesifikke komponenten i resilience, som presentert av Bruneau et al. (2003).

Bruneau et al. (2003) forklarer robustness som styrken eller evnen til å motstå et gitt nivå av påkjenninger uten reduksjon eller frafall av funksjon. Dette gjelder både funksjonsevne for elementer i et system, et system i sin helhet eller andre enheter. Resilience kan dermed forstås som summen av redundans, ressurssterkhet, robustness og rapiditet. Robusthet vil i denne studien bli brukt som synonym for resilience. Resiliens er nært knyttet til både sårbarhet og robusthet. Vi har tidligere vist til at i det norske begrepsapparatet ofte bruker resiliens og robusthet som synonymer, og som det motsatte av sårbarhet (NOU 2018:17).

3.7.2 Redundans

Dette elementet handler ifølge Bruneau et al. (2003) om i hvilken grad elementer, systemer eller andre enheter kan erstattes og hvorvidt de er kapable til å tilfredsstille en funksjon ved påkjenninger og stress. Haimes (2009) mener redundans handler om hvordan ytelsen i et system skal kunne opprettholdes av andre komponenter dersom en komponent i et system feiler. En kan si at redundans er en back-up-løsning, som betyr at flere komponenter i systemet kan gjøre den samme jobben.

Definisjoner av resiliensbegrepet trekker ofte frem “et systems absorberingsevne”. Dette begrepet kan man argumentere for faller inn under redundans. Når et system absorberer påkjenninger og stress som ekstremvær i Sirdal, handler det om å ha sterke elementer som tåler den umiddelbare påkjenningen i form av robustness, men redundans bidrar også ved å slå inn når primærkomponentene svikter (Røsok, 2017).

Norris, Stevens, Pfefferbaum, Wyche & Pfefferbaum (2008) forstår redundans som ressursmangfold, hvor et system har flere ulike ressurser som kan iverksettes ved behov for å opprettholde ytelsen. Deres argumentasjon er at hvis et system kun har minimale ressurser vil de ha dårligere forutsetninger for å håndtere påkjenninger og stress dersom disse ressursene blir utslitt eller svikter av andre grunner. Om et system derimot har et stort spenn av ulike ressurser vil de kunne benytte disse for å opprettholde funksjonsnivået (ibid.). Eksempel på redundans kan være muligheten til å sette inn nytt mannskap under krisehåndteringsarbeid, når et lag er utslitt og trenger hvile.

3.7.3 Ressurssterkhhet

Med ressurssterkhhet sikter Bruneau et al (2003) til kapasitet for å identifisere problemer, etablere prioriteter og mobilisere ressurser når det er farer og trusler som kan føre til forstyrrelser på systemet. Med ressurser menes det både mennesker, kunnskap, materiell og teknisk kapasitet som trengs for å imøtekomme prioriteter og nå mål (Bruneau et al., 2003) . Ressurssterkhhet kan ifølge Bruneau et al. (2003) være økonomisk kapasitet, fysiske ressurser og tilgjengelige informasjonstjenester. Forfatterne forklarer videre at dette kan innebære metoder for å avdekke farer, kapasitet til å planlegge og utarbeide planverk, i tillegg til tilstrekkelige ressurser, som nevnt tidligere (ibid.).

Ressurssterkhhet er den eneste av de fire R-ene i Bruneau et al. (2003) sin forståelse av resiliens, som ikke er inkludert i Norris et al. (2008) sin forståelse av begrepet. De forteller derimot om tilpasningskapasitet og argumenterer for at resiliens handler om evne til å endre eller gjøre justeringer gjennom de ressursene systemet har. Det kan dermed forstås slik at Norris et al. (2008) mener ressurssterkhhet ikke er en egenskap, slik som Bruneau et al (2003) argumenterer for, men at det er en ressurs i seg selv (Norris et al., 2008).

3.7.4 Rapiditet

Rapiditet handler om et systems kapasitet til å imøtekomme mål og prioriteter for å begrense konsekvenser av hendelser og fremtidige forstyrrelser (Bruneau et al., 2003). Her handler det om å raskt og effektivt respondere med konsekvensreducerende gjenoppretting og komme tilbake til en ny normaltilstand. Bruneau et al. (2003) argumenterer for at det å minimere tiden for respons og gjenoppretting av tjenester er nøkkelelementer for å styrke et systems rapiditet. Francis & Bekera (2014) bruker begrepet gjenopprettingskapasitet. I likhet med Bruneau og medforfattere handler det om å raskt kunne komme tilbake til normaltilstand. Norris et al. (2008) ser på rapiditet som evnen til raskt å få tilgang til og iverksette ressurser, og er dermed ansett å være en egenskap ved ressurser.

3.7.5 Dimensjoner i resiliens

Bruneau et al (2003) argumenterer i tillegg til de fire R-er, at resiliens kan konseptualiseres som fire sammenhengende dimensjoner - teknisk, organisatorisk, sosial og økonomisk. Denne studien vil ha hovedfokus på den tekniske dimensjonen. Den tekniske dimensjonen av resiliens refererer til evner i det fysiske systemet, og systemets funksjonsevne til å yte på et akseptabelt nivå når de blir utsatt for påkjenninger. Dette inkluderer komponenter, deres sammenkoblinger og interaksjoner, og systemet som helhet. Den organisatoriske dimensjonen ved resiliens refererer til kapasiteten i organisasjoner som administrerer kritiske samfunnsfunksjoner og deres evne til å fatte beslutninger og iverksette tiltak som imøtekommer mål som styrker resiliens. Her henvises det til de fire elementene som utgjør resiliens. Den sosiale dimensjonen består av tiltak som er designet for å redusere negative konsekvenser som oppstår i et samfunn når en uønsket hendelse inntreffer. Forfatterne trekker særlig frem tap av kritiske samfunnsfunksjoner og -infrastruktur. Den siste dimensjonen handler om økonomi. Denne dimensjonen viser til kapasiteten til å redusere både direkte og indirekte økonomiske tap som følge av uønskede hendelser (ibid.). Se Vedlegg B for tabell

over de forskjellige dimensjonene og eksempler på hva som faller inn under de ulike dimensjonene, etter Bruneau et al. (2003).

Bruneau et al. (2003) mener at å forbedre resiliens i kritisk infrastruktur er avgjørende for den generelle resiliens i samfunnet. Dette begrunner forfatterne med at den kritiske infrastrukturen utgjør ryggraden for samfunnets funksjoner og gjør det mulig for samfunnet å respondere, sikre befolkningens behov og iverksette gjenopprettingsaktiviteter når uønskede hendelser inntreffer. Videre påpekes det at resiliens må begynne med et fokus på tjenester og funksjoner som utgjør ryggraden i et resilient samfunn. Fortsatt drift og rask gjenoppretting av disse tjenestene er en nødvendig forutsetning for generell resiliens i samfunnet.

3.7.6 Forholdet mellom tilnærming til risiko og resiliens

Resiliens er ikke en statisk tilstand, men en dynamisk og styrende prosess som ikke kan bli ineffektiv i møte med påkjenninger (Rasmussen & Svedung, 2000). Resiliens kan omtales som de utviklede evnene som er iboende et system for å håndtere risiko. En kan på bakgrunn av dette si at risiko er en forutsetning for resiliens (Vatnaland & Aasmyr, 2019, s. 12). En ser gjerne den hyppige bruken av resiliensbegrepet i sammenheng med den økte kompleksiteten i samfunnet, og det nye risikobildet (Hollnagel & Fujita, 2013).

I likhet mer resiliensbegrepet finnes det ulike definisjoner og forståelser for begrepet risiko. Risiko forstås gjerne som å bli utsatt for noe mot en potensiell gevinst, eller ukjent fare med potensielt negativ konsekvens (Njå et al. 2020, s. 42). Det finnes ingen konsensus rundt definisjonen av hva risiko er. Forståelsen av begrepet har forandret seg over tid, og hva en betrakter som risiko varierer i forhold til fagfeltet det brukes, hvem som vurderer og hva som vurderes (Aven & Renn, 2010). Aven & Renn (2010) har identifisert to hovedklasser for risiko:

1. Risiko = konsekvens og sannsynlighet
2. Risiko = konsekvens og usikkerhet

Tradisjonelt ble risiko sett på som et resultat av sannsynlighet og konsekvens, men sannsynlighet er ikke lenger ansett som å være det eneste, eller beste, verktøyet som egner seg til å beskrive usikkerhet (Aven, 2011).

Denne studien legger DSB (2016, s. 9) sin forståelse av risiko til grunn:

“Risiko handler alltid om hva som kan skje i framtida og er derfor forbundet med usikkerhet. Usikkerheten knytter seg til om en bestemt uønsket hendelse vil inntreffe og hva konsekvensene av denne hendelsen vil bli.”

Deres definisjon vektlegger det at det alltid vil eksistere restrisiko og risiko handler om fremtiden og tilhørende usikkerhet knyttet til hva som kan skje og konsekvensene av uønskede hendelser.

Et tilhørende begrep til risiko, er risikoaksept. Hvilken risiko som aksepteres i en gitt sammenheng er et politisk valg, hvor det er gjort vurderinger knyttet til vektlegging av ulike samfunnsverdier. Myndighetskrav, standarder, kunnskap, erfaringer og normer er noe av det som kan brukes som kriterier for å avgjøre hvorvidt en risiko er akseptabel eller ikke (Rausand & Utne, 2009).

4. Metode

I dette kapittelet vil vi begrunne vårt valg av metode, og bakgrunn for valg av fremgangsmåter for å besvare problemstillingen.

Metode kan beskrives som “en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener dette formålet, hører med i arsenalet av metoder” (Aubert, 1985, s. 196). Johannessen, Tuft & Christoffersen (2016, s. 29) forklarer at metode betyr å følge en bestemt vei mot et mål, herunder hvordan vi skal gå frem for å få informasjonen om virkeligheten, hvordan den skal analyseres og hva den forteller oss.

I dette kapittelet redegjøres det for hvordan vi har gått frem for å studere og besvare problemstillingen med tilhørende forskningsspørsmål. Vi vil først presentere forskningsdesign og forskningsstrategi. Videre vil det bli presentert hvordan data ble samlet inn, hvilke utvalgsriterier som er lagt til grunn, samt hvordan databehandling og analyse ble gjennomført. Avslutningsvis vil vi reflektere over valgene som er tatt, og andre omstendigheter som har påvirket studien, samt styrker og svakheter ved valg av metode.

4.1 Valg av metode

Temaet for denne studien er krisekommunikasjon. Studiens problemstilling ble presentert i kapittel 1.2 og er formulert som følger:

I hvilken grad imøtekommer robustheten i mobilnettene og Nødnett samfunnets behov for krisekommunikasjon?

Ut fra problemstillingen ble det laget tre forskningsspørsmål som spisset og avgrenset studiens fokus. Følgende forskningsspørsmål ble presentert:

1. *Hvilket behov har samfunnet for mobilnett og Nødnett for krisekommunikasjon?*
2. *Hvorvidt sikres robusthet i Nødnett og mobilnett mot utfall som følge av strøm- og transmisjonsbrudd?*
3. *Hvorvidt kan bruken av droner og satellitter styrke tilgjengeligheten på Nødnett og mobilnett ved strøm- og transmisjonsbrudd?*

Forskningsspørsmålene danner grunnlaget for forskningsstrategien og den metodiske tilnærmingen (Nyeng, 2012, s. 20). I denne studien er det brukt en eksplorativ, abduktiv metode. Grenness (1997) forklarer at eksplorativt forskningsdesign benyttes når man vil undersøke et fenomen, der det ikke eksisterer mye forskning fra før og problemstillingen er uklar. Jacobsen (2015) viser til at eksplorerende problemstillinger har til hensikt å utdype det vi vet lite om.

Blaikie & Priest (2019, s. 21) hevder at ny kunnskap kommer frem ved å følge én eller kombinasjoner av induktiv-, deduktiv-, retroduktiv- og/eller abduktiv forskningsstrategi. Danermark et al. (2001) forstår abduksjon som en metode hvor forskerne forsøker å tolke et fenomen innenfor rammene av teori. Ifølge Dey (2004) kan dette gjøres begge veier - man relaterer en observasjon til en teori, eller en teori til en observasjon, hvor begge fører til tolkning. Tjora (2012, s. 218) forklarer abduktiv tilnærming ved at det “starter fra empirien (som induksjon), men aksepterer betydningen av teorier og perspektiver i forkant og/eller i løpet av forskningsprosessen”. Induktiv tilnærming tar utgangspunkt fra empiri til teori, og har som mål å generalisere tidligere observerte mønstre rundt sosiale fenomener. Deduktiv tilnærming tar utgangspunkt i teori, for så å teste teorien etter datainnsamlingen (Blaikie & Priest, 2019, s. 92-117).

Ifølge Danermark et al. (2001, s. 94) skaper ikke abduktiv forskning sannheter, men søker i stedet å øke kunnskapsgrunnlaget. Ved å benytte abduksjon vil vi forsøke å rekontekstualisere fenomenet som studeres for å skape en ny forståelse. På bakgrunn beskrivelsene som er presentert har vi vurdert at abduktiv forskningsstrategi egner seg best for denne studien. Studiens problemstilling er utforskende og har ikke som hensikt å være konkluderende i så måte.

Studien er skrevet med bakgrunn i en kvalitativ tilnærming. Kvalitative metoder kan være hensiktsmessige i de tilfellene hvor en ønsker å vite hvordan noe gjøres, oppleves eller utvikles (Brinkmann & Tanggard, 2012). Aase og Fossåskaret (2014, s. 139) definerer metoden slik: “Kvalitative metoder gjelder fremgangsmåter forskerne bruker for å samle inn kvalitative data. Kvalitative metoder går i dybden, mens de kvantitative søker i bredden”. Hellevik (1995, s. 64) forklarer forskjellen mellom kvantitativ - og kvalitativ metode ved at “en forsker i stedet for systematisk klassifisering og opptelling av noen utvalgte egenskaper, baserer seg på sin egen evne til å oppfatte et mønster i helheten av egenskaper”.

Johannessen et al (2016, s. 32) forklarer at kvalitativ metode egner seg best når fenomenet som skal undersøkes ikke er godt kjent for oss, som det er forsket lite på og fordi vi ønsker å forstå fenomenet grundig.

Det ville være mulig å besvare aspekter ved forskningsspørsmålene kvantitativt, blant annet ved å se på statistikk tilknyttet uønskede hendelser med utfall av mobilnett og Nødnett. Dette ville fortalt noe om robustheten av systemene som studeres. Likevel mener vi denne tilnærmingen ikke er like egnet som kvalitativ metode. Bakgrunnen for denne vurderingen er at det er behov for data som ikke like enkelt kan kvantifiseres. Hensikten er å skape en holistisk forståelse av helheten, som kreves for å kunne besvare forskningsspørsmålene på en god måte. Derfor har vi vurdert det som mest egnet å benytte kvalitativ tilnærming i studien.

4.2 Forkunnskap

Før vi startet med dette prosjektet hadde vi en formening om hvilke funn vi ville finne. Bakgrunnen for dette er blant annet at den ene halvparten som utgjør arbeidsgruppen til daglig arbeider med kommunikasjonsløsninger i Heimevernet. Dette har gitt oss et utgangspunkt med innsikt i noen av de mulige tekniske løsningene som finnes i utvalgte kommunikasjonssystemer. Utover dette så hadde vi hypoteser og forventninger til funn knyttet til robustheten i mobilnettet, dette basert på hendelser som har fått dekning i media oppgjennom årene. Det er likevel slik at vi har hatt store kunnskapshull tilknyttet forståelsen av helheten av systemene som utgjør de kommersielle mobilnettene og Nødnett i forkant av denne studien, noe som samsvarer med den abduktive tilnærmingen som er valgt.

4.3 Datatyper og datainnsamling

Datainnsamlingen i denne studien består hovedsakelig av sekundærdata, men det er også samlet inn primærdata og datagrunnlaget består av dokumentanalyser og kvalitative intervjuer. Anvendte dokumenter består i hovedsak av offentlig tilgjengelig informasjon, med unntak av noen interne driftsrapporter som vi har fått tilsendt. Dette vil vi komme tilbake til litt senere. Annen sekundærdata består av nyhetsartikler publisert av nettaviser, og artikler publisert på hjemmesider til sentrale aktører, som eksempelvis www.nodnett.no.

Gjennomførte kvalitative intervjuer, har vært med ansatte i relevante stillinger hos sentrale aktører som Nødnett, kommersielle mobilnettoperatører og nettselskaper. Intervjuene er

gjennomført som semi-strukturerte intervjuer. Innen moderne samfunnsforskning er det vanligst med ustrukturert- eller semi-strukturert intervju for innsamling av kvalitativ data (Blaikie & Priest, 2019, s. 202). På bakgrunn av at studien legger en kvalitativ, eksplorerende abduktiv tilnærming til grunne, er det vurdert at det har vært mest hensiktsmessig å gjennomføre semi-strukturerte intervjuer.

4.4 Dokumentanalyse

I denne studien er det gjennomført en omfattende dokumentanalyse og litteraturstudie. Med dokumenter refereres det til alle skriftlige kilder som er relevante for studien. Hensikten med dokumentanalysen er å få et helhetlig bilde av ulike typer bakgrunnsdokumenter (Jacobsen, 2015).

Dokumentene har i stor grad vært knyttet til problemstillingen og forskningsspørsmålene (Lynggaard, 2012). Analyserte dokumenter består i hovedsak av offentlig tilgjengelig informasjon, som er innhentet med bruk av søkemotorer på internett. Vi har tatt utgangspunkt i dokumenter som er knyttet til de kommersielle mobilnettene og Nødnett med tilhørende infrastruktur, offentlig krisehåndtering og krisekommunikasjon. Sentrale dokumenter består blant annet av rapporter fra Nkom, DSB, samt NOUer og relevante stortingsmeldinger.

Erfaringene fra studiet viser at det har vært mer utfordrende å innhente detaljkunnskap om mobilnettverkene i Norge, enn Nødnett - som er statlig eid og driftet. To mulige årsaker til dette kan være at det norske mobilnettverket er privatisert, noe som betyr at noe informasjon er skjermet av konkurransehensyn. Den andre årsaken er at de kommersielle mobilnettene og Nødnett er beskrevet av DSB (2016) som kritisk infrastruktur, hvor interne dokumenter i tilknytning til sikkerhet og beredskapsarbeid, ofte er skjermet med bakgrunn offentlighetsloven eller sikkerhetsloven. Vi har likevel fått tilgang til noen interne dokumenter, som har gitt oss en dypere innsikt og helhetlig forståelse for systemene. Disse dokumentene har ikke vært skjermet med tanke på offentlighetsloven eller sikkerhetsloven, men aktøren har av andre årsaker, vurdert det slik at de ikke skal publiseres for allmennheten.

De interne dokumentene vi har fått tilgang på, har vi fått tillatelse til å benytte som underlag i vår oppgave. Vi har derimot ikke fått tillatelse til å distribuere disse videre, i sin helhet. Aktørene som har delt dokumentene med oss har uttrykt at studien fremstår som nyttig og

interessant, noe som sannsynligvis også er årsaken til at vi har fått tilgang på denne informasjonen. Et eksempel på dette er DSB som har gitt oss tilgang til interne driftsrapporter for hendelsene i Sirdal 2021 og Jølster 2019, og invitert oss til å presentere våre funn etter innlevering. Dette signaliserer at temaet og problemstillingen for studien er relevant og at det er etterspørsel av forskning på området.

For innsamling av dokumenter har vi benyttet oss av søkemotorer i Google og Google scholar. I starten av datainnsamlingen benyttet vi oss av søkeord og fraser som “mobile basestasjoner”, “Bortfall av kommunikasjon”, “midlertidig basestasjon” i kombinasjon med ord som risiko, beredskap og sårbarhet. Søkene er også gjennomført på engelsk, på jakt etter utenlandske kilder på hvordan dette er løst i utlandet eller hvordan det kan løses i fremtiden. Da ble det brukt ord i ulike kombinasjoner som “crowd sourcing”, “crisis communication”, “outage”, “crisis”, “crisis management”, “UAV”, “drones”. Etter hvert som vi fant relevante kilder fant vi også nye søkeord. Vi har også gjort søk rettet mot de kommersielle leverandørene ICE, Telenor og Telia, samt DSB med ansvar for Nødnett. Vi har også brukt søkemotorer inne på de ulike aktørenes egne nettsider for å finne rapporter og artikler med relevans for studien. Lovdata har blitt anvendt i forbindelse med søk etter relevante forskrifter og lover, som eksempelvis Lov om elektronisk kommunikasjon.

Som en del av innhenting av dokumenter ble snøballmetoden brukt. Snøballmetoden handler om å følge referansene fra dokumenter for å finne nye relevante dokumenter (Lynggard, 2012). Ved å gå gjennom referanser og kildelister i dokumenter fant vi mange dokumenter som vi kanskje ikke hadde kommet over ellers. Særlig gjelder det tilfeller hvor det opprinnelige dokumentet ikke har vært akkurat det vi var på jakt etter, men nevnte temaet overfladisk, og så har vi søkt opp kilder som har vært av stor relevans for studien. Snøballmetoden ble også brukt via intervjuobjektene, noe som gav resultater i form av bevisstgjøring rundt enkelte offentlige dokumenter. Dette gjorde også at vi fikk tilsendt dokumenter som vi ellers ikke ville hatt tilgang på.

Utgangspunktet for denne studien var basert på dokumentstudier, likevel så vi et økende behov for å innhente informasjon fra relevante aktører underveis i dokumentanalysen. En av årsakene til dette, var et ønske om mer detaljert data, som ikke var tilgjengelig på internett. Eller som var svært vanskelig å søke seg frem til. Vi har konkludert med at en mulig årsak til dette, er at mobilnettverksoperatørene er kommersielle selskaper. Hvor man av

konkurranseshensyn velger å begrense hvilken informasjon man ønsker å dele. Det er også relevante dokumenter som vi ikke har fått tilgang på fordi de enten er bedriftshemmeligheter eller har en sikkerhetsgradering. Et eksempel på dette er beredskapsavtalene som Nkom har inngått med teleoperatørene. Innsikt i slike dokumenter kunne gitt oss en dypere forståelse og innsikt i systemet med tilhørende infrastruktur og robusthet. Vår vurdering er imidlertid at dette ikke gjør studien noe mindre relevant, nettopp fordi denne informasjonen er gradert og dette er en ugradert studie. Selv om vi hadde fått tilgang på slike dokumenter, kunne vi uansett ikke anvendt informasjonen til å besvare forskningsspørsmålene.

4.5 Intervju

Hovedsakelig har intervjuene bidratt til å øke vår forståelse og bidro til at vi fikk tak i relevante dokumenter. Det betyr at det kun er deler av intervjuet som kommer frem i empirien. Hensikten med intervjuene kan derfor sies å ha vært todelt - både å gi oss økt forståelse for systemet vi undersøker og for å besvare spørsmål som vi ikke har funnet gode kilder på gjennom dokumentene som er analysert.

4.5.1 Utvalg av informanter

Behovet for å innhente informasjon fra relevante aktører utspilte seg i form av flere semi-strukturerte intervjuer. Denne intervjumetoden ble valgt blant annet fordi vi ønsket å være åpne for nye perspektiver og vinklinger som kunne bidra til å forme studiens retning. Utvalget av informanter har ikke vært tilfeldig, men strategisk valgt ut fra relevansen til forskningsspørsmålene. Kvaliteten på datamaterialet avhenger av både forsker og informantene (Kvale, Brinkmann, Anderssen & Rygge, 2015). I en kvalitativ studie er det hensiktsmessig å ha et klart formål med de informantene man velger ut (Johannessen et al., 2016). Informantene vi har ansett som relevante for denne studien kan deles inn i to hovedkategorier. 1) aktører som har innvirkning knyttet til robusthet mobilnett og Nødnett. De aktørene vi har vurdert som viktigst for denne studien er Telenor, Telia, ICE, DSB, Nkom, samt kommunal- og moderniseringsdepartementet. 2) Aktører som benytter seg av mobilnett og Nødnett i krisehåndtering, og har erfaringer med utfall fra tidligere hendelser. Mest relevant anså vi kommuner som Jøltser, Marnardal, Lærdal, samt Statsforvaltere. I løpet av datainnsamlingen ble det også hensiktsmessig å innhente informasjon nettselskaper, grunnet avhengigheten ekom har til stabil forsyning av strøm.

Personene som har blitt intervjuet har relevante stillinger for feltet som undersøkes, sitter på mye relevant kunnskap og er reflekterte rundt temaet for studien (Thagaard, 2018). Tjora (2012) forklarer at en hovedregel for utvalg av informanter er at en streber etter å finne informanter som kan uttale seg reflektert om temaet som undersøkes. Under følger en oversikt over hvilke aktører som er blitt intervjuet, hvor mange informanter som har blitt intervjuet fra hver aktør, samt hvordan intervjuene har blitt gjennomført.

Tabell 4: Oversikt over aktører, relevans, informanter og intervju type.

Aktør	Relevans	Antall informanter	Intervju type
Nkom	Tilsynsmyndighet	Tre informanter	Gruppeintervju, videosamtale
DSB	Drift- og forvaltningsansvar for Nødnett	To informanter	E-postutveksling
Telia	Mobilnettoperatør	En informanter	E-postutveksling
Agder Energi Nett	Nettselskap	En informant	Videosamtale intervju
Robot Aviation	Leverandør av droner	En informant	E-postutveksling
RadioNor	Leverandør av telekommunikasjonsutstyr	En informant	E-postutveksling

For å bevare informantenes anonymisering vil vi ikke vise til arbeidsoppgaver eller spesifisering av stillingstitler.

4.5.2 Gjennomføring av intervju

Den initiale forbindelsen til intervjuobjektene ble opprettet ved bruk av E-post. I de fleste tilfeller var det ikke åpenbart hvem man skulle ta forbindelse med hos den enkelte aktør. Hvis vi fant aktuelle navn, var det i noen tilfeller utfordrende å finne direkte kontaktinformasjon. Med bakgrunn i dette, ble det sendt ut en kort presentasjon av arbeidsgruppen, studiens tema og hensikt. Dette sammen med en forespørsel om å bli satt i forbindelse med ansatte med kunnskap, arbeidsbeskrivelser og ansvarsområder med relevans for studien. Noe som kan omtales som et forkortet informasjonsskriv. Med Nkom og Agder Energi Nett ble det avtalt tidspunkt for videointervju. Datainnsamlingen fra Telia, Robot aviation og Radionor ble utført ved hjelp av E-postutveksling. Både grunnet behovet for utveksling av detaljert informasjon i form av bilder, analyser og talldata, samt vanskeligheter med å prioritere tid for

gjennomføring av intervjuer.

Intervjuene ble gjennomført på bakgrunn av intervjuguiden som vi utarbeidet i forkant, se Vedlegg C. Semi-strukturert intervju er den mest utbredte formen for intervju i den kvalitative forskningsmetoden (Johannessen et al., 2016). Intervjuguiden inneholder ulike temaer som vi ønsket å få informasjon om. I så måte kan intervjuguiden forstås som en rettesnor, og fungerte som en støtte for oss slik at alle temaene for intervjuet ble dekket. For utarbeidelse av intervjuguiden ble det tatt utgangspunkt i studiens problemstilling og forskningsspørsmål.

Intervjuet med Nkom ble gjennomført som videointervju via Teams, og det ble gjort lydopptak under intervjuet, med tillatelse fra intervjuobjektene. Intervjuet ble gjennomført som et gruppeintervju etter Nkoms ønske. Gruppeintervju egner seg godt i slike situasjoner, hvor informantene er samkjørte (Repstad, 1987). Informantene representerer også en offentlig etat, og intervjuet har ikke til hensikt å innhente personlige erfaringer. Intervjuet startet med at vi informerte om databehandlingsprosessen og forhold rundt anonymisering. Det ble satt av en time til intervjuet. Informantene delte mye innsikt og kunnskap, samt informerte om forskjellige dokumenter de tenkte kunne være relevante for vår studie. Fordi vi planla å gjennomføre intervjuet med lydopptak ble studien meldt inn til Norsk senter for forskningsdata (NSD). Lydopptaket ble gjort på en båndopptaker i etterkant ble intervjuet transkribert, og lydopptaket slettet.

Grunnen til at vi ønsket å gjøre lydopptak under intervjuet er basert på tidligere erfaringer. Selv om vi begge var tilstede under intervjuene ønsket vi å vie all oppmerksomhet til informantene og det som ble sagt. Dette gir et bedre grunnlag for å kunne stille gode oppfølgingsspørsmål. Vår erfaring er også at selv ved flittig notering under intervjuer er det alltid en fare for at man ikke får med seg alt som blir sagt. I tillegg så kan uttalelser som på tidspunktet intervjuet ble gjennomført bli ansett som mindre viktige, men som senere kan vise seg å ha større betydning grunnet datafunn senere. Dette kan komme frem gjennom intervjuer som blir gjennomført med andre informanter senere, eller fordi vi finner dokumenter i etterkant. Ved å ha en transkribering av intervjuet reduseres også sannsynligheten for feilsiteringer eller at man rett og slett husker feil. Samme metode ble benyttet under intervjuet med Agder Energi Nett.

Intervjuene med Telia, DSB, Robot Aviation og Radionor ble gjennomført i form av løpende e-postutveksling, hvor det ble tydelig kommunisert at datainnhentingene skulle anvendes i studien. En av årsakene til denne metoden, var behovet for en rekke tekniske data, analyser og hendelseslogger, som vanskelig lar seg uttrykke gjennom et tradisjonelt intervju. For enkelte av aktørene hadde de heller ikke tilgjengelig kapasitet til å utføre fysiske intervjuer eller over teams. Aktørene var hurtige på å svare og vi fikk muligheten til å stille oppfølgende spørsmål gjennom hele studien. Spørsmålene som har blitt stilt er med utgangspunkt i temaer fra intervjuguiden, og svarene fra informanten har ofte blitt svart med oppfølgingsspørsmål. Fordeler og ulemper ved gjennomføring av datainnsamling på denne måten vil vi komme tilbake til senere i dette kapittelet.

4.6 Vurdering av metode

Det er viktig at vi som forskere forholder oss til spørsmål knyttet til validitet og reliabilitet knyttet til dokumentanalysen, intervjuprosessen, og resultatene i studien. Diskusjonen knyttet til validitet og reliabilitet handler om å ta et kritisk blikk på oppgavens funn og konklusjoner (Jacobsen, 2015). Validitet handler om gyldigheten til studien, og i hvilken grad funn og konklusjoner i studien oppfattes som riktige og samsvarer med virkeligheten (Jacobsen, 2015; Thagaard, 2018). Validitet dreier seg også om gyldigheten av forklaringene og tolkningene våre, og i hvilken grad datainnsamlingen reflekterer fenomenene som undersøkes (Kvale et al., 2015, s. 276). Med andre ord så er validitet et spørsmål om variablene egentlig måler det problemstillingen og forskningsspørsmålene spør etter (Hellevik, 1995).

Vi må reflektere rundt hvorvidt funn og resultater av forskningen gjenspeiler den virkeligheten vi har undersøkt og om metodene som er brukt til dette formålet har egnet seg (Thagaard, 2018). Grønmo (2016) peker på at validitet og reliabilitet utfyller hverandre fordi de belyser ulike dimensjoner av datakvalitet.

4.6.1 Validitet

For å styrke validiteten i studien har vi etter beste evne synliggjort hvordan dataanalysen har ført til konklusjoner. Vi har gjennom hele studien vært bevisste på at metodene som benyttes skal gi så høy validitet som mulig. Dette har blant annet betydd at vi har stilt høye krav for dokumentene som er brukt i datainnsamlingen og at informantene har relevant erfaring og kunnskap i forhold til det som skal undersøkes. Vi har også vært bevisste ved utvalg av informanter. Informantene har alle nøkkelroller, lang erfaring og mye kunnskap innen feltet som studien undersøker.

Dokumenter som har vært brukt har enten vært forfattet av sentrale aktører for studien eller på oppdrag av aktørene. Selv om vi har forsøkt å benytte oss av dokumenter som er så relevante for vår studie som mulig, er det likevel slik at dokumentene ikke har det samme formålet eller hensikt som vår studie. Dette vil si at informasjonen ikke nødvendigvis er måler nøyaktig det vi søker. Det finnes likevel mange dokumenter som har samme fokus som deler av problemstillingen, og forskningsspørsmålene har gjort det enklere å finne dokumenter som svarer på det forskningsspørsmålene etterspør.

Hellevik (1995, s. 50) forklarer den største fordelen med innhenting av data spesielt for en undersøkelse med at forskerne da har mulighet til å skreddersy informasjonen til problemstillingen som er valgt. Derfor har vi sett det hensiktsmessig å også gjennomføre intervju med informanter fra ulike aktører som alle påvirker mobilnettet og Nødnett på forskjellige måter. Dette har ført til at vi har fått en dypere forståelse av systemet og infrastrukturen. Dette mener vi har vært en klar styrke for studien, og har som nevnt også gitt oss innsikt i dokumenter som ikke har vært offentlig tilgjengelige. Likevel er det relevante informanter som det ikke har vært mulig å gjennomføre intervju med. Vi har forsøkt å sette opp intervju med flere kommuner og Statsforvalteren i ulike deler av landet, men av ulike grunner at ikke dette vært mulig å få til. I tillegg ville det vært interessant å intervjuer Telenor og Ice ettersom de, sammen med Telia, utgjør de tre største eierne av det mobilnettet. Det har dessverre ikke vært mulig. Tiden vi befinner oss i er spesiell, og håndteringen av Covid-19 pandemien er ressurskrevende for mange organisasjoner. Mange av de relevante informantene fra Statsforvalter og kommuner har avslått eller ikke besvart våre henvendelser. Vi har fått bekreftet av enkelte potensielle informanter, at de derfor ikke har hatt kapasitet til å stille opp i dette forskningsprosjektet. Det er også en av grunnene til at flere av intervjuene har blitt gjennomført som e-postutveksling.

Å gjennomføre datainnhenting via e-post utveksling har vært en ny metode for datainnsamling for vår del. Både DSB, Telia, Radionor og Robot Aviation har vi utvekslet flere e-poster med. Det har vært en overraskende positiv opplevelse, men også med noen svakheter. Mye av den gode opplevelsen er naturligvis basert på informantene. De var alle svært hjelpelige og svarte raskt på spørsmålene vi kom med. Dersom de selv ikke hadde svar ble våre spørsmål, ble de videresendt til kollegaer som hadde bedre innsikt. På denne måten opplevde vi at vi fikk mer ut av intervjuet enn vi kanskje ville fått ved et mer tradisjonelt intervju. Epostutvekslingen lot oss også sende informantene noen av figurene som vi har produsert for denne studien. På denne måten fikk vi mer detaljert forklart deler av prosjektet vårt og denne innsikten vil vi påstå ga informanten bedre grunnlag for å gi oss de svarene vi lurte på. Fordi studien har hatt en eksplorerende tilnærming, har denne måten å innhente informasjon og kunnskap vært nyttig og lærerik. Særlig med Telia har det vært perioder med løpende epostutveksling, og informanten har vært svært rask med å svare. Dette har gitt oss mulighet til å stille oppfølgingsspørsmål i etterkant av den opprinnelige intervjurunden. Etter intervjuer med andre informanter, eller nye funn med betydning for studien har det vært mulig å sende epost med spørsmål og få svar etter kort tid.

Det er også noen svakheter ved å gjennomføre intervju på denne måten. Det kan være slik at dersom vi ikke klarer å formulere spørsmålene godt nok, eller forklare hva vi søker svar på, vil informanten svare på feil grunnlag. Det som kanskje kunne blitt oppklart av et oppklarende spørsmål fra informanten kan ha blitt droppet, fordi det da blir ekstra eposter frem og tilbake. Det er også en mulighet for at informanten besvarer våre henvendelser imellom andre arbeidsoppgaver, som også påvirker hvordan spørsmålene oppfattes og besvares. Resultatet av dette kan være at potensielle uklarheter ikke har blitt fulgt opp, og at informanten har gjort antakelser og svart deretter.

Vi har funnet evalueringer og rapporter etter uønskede hendelser, men i mange av disse har ikke krisekommunikasjon vært et stort tema, faktisk er det flere dokumenter som ikke nevner krisekommunikasjon. Dette kan gi inntrykk av at krisekommunikasjon er nedprioritert, noe som ikke nødvendigvis speiler virkeligheten. I tillegg så regnet vi med at ved å intervju relevante personer som har deltatt i krisehåndtering, så vil disse kunne delt mer detaljert informasjon om hvordan mobilnett og Nødnett fungerer som kommunikasjonsplattformer.

Rapportene vi har undersøkt i denne studien deler ikke fokus med vår studie, og dermed kan det være aspekter som ikke fremkommer i deres rapporter.

Når man gjennomfører intervjuer er en utfordring å stille de riktige spørsmålene, slik at man får svar på det man faktisk søker informasjon og kunnskap om. For å øke sannsynligheten for at vi hadde evne til å stille de riktige spørsmålene, brukte vi de første seks ukene på dokumentanalyse. Hensikten var å bruke tiden på å få en god oversikt over temaene som vi ønsket å intervju informantene om. Som videre kunne bidra til å stille relevante spørsmål og gode oppfølgingsspørsmål under intervjuene.

Denne studien har ikke bare fokus på krisekommunikasjon mellom aktører, men også befolkningens behov for krisekommunikasjon. Derfor kunne det også vært ønskelig med en spørreundersøkelse eller intervju av denne gruppen også. Studiens omfang og tidsperspektiv er begrenset, og vi har derfor avgrenset oppgaven til å ikke inkludere dette til tross for at studiens validitet ville blitt større. Vi har isteden lest dokumenter som ser på befolkningens bruk av mobiltelefon og smarttelefon i kriser, og dokumenter som viser til konsekvensene av utfall av mobilnett i kriser for denne gruppen.

Jacobsen (2015) understreker et moment det er viktig å være bevisst på, både for studiens gyldighet og pålitelighet, dette er om kildene gir riktig informasjon, eller om de har interesse av å gjengi et skjevt bilde av virkeligheten. Forfatteren argumenterer for at det kan finnes interesser som tilsier at informanten selv, eller deres tilhørende organisasjon skal fremstå i et godt lys. Dette har vi vært bevisste på gjennom hele forskningsprosjektet, og har så godt det har latt seg gjøre forsøkt å kompensere for dette gjennom triangulering hvor ulike aktører - både kommersielle og statlige, bekrefter hverandres påstander. Der hvor det ikke har vært mulig har vi vært nødt til å vurdere informasjonen ekstra grundig. De tilfeller hvor det er vurdert dit hen, har vi forsøkt å understreke hvem som er kilden og formulert det på en måte som ikke er konkluderende.

4.6.2 Reliabilitet

Et viktig moment for reliabilitet er etterprøvbarehet av målingene i studien. For å styrke påliteligheten i dataen som er samlet inn, og resultatet av forskningen, bør målingene ideelt sett gjøres flere ganger (Hellevik, 1995). I denne studien er det gjort flere tiltak for å sikre en høy grad av reliabilitet. Så langt det har vært mulig har vi forsøkt å benytte oss av

triangulering. Dette vil si å søke og sjekke funn opp mot andre kilder som blir vurdert som troverdige.

Dokumentanalyse har vært en viktig del av datainnsamlingen til denne studien. Bruk av offentlige dokumenter og god kildehenvisning vil gjøre etterprøvbareheten større. Vi har vært bevisste på hvilke kilder vi anser som troverdige. For å vurdere troverdigheten av en kilde har vi ofte benyttet oss av triangulering, sett i kildelisten for å se om dokumentet er basert på troverdige kilder. Samt har vi anvendt dokumenter som har høy troverdighet - som stortingsmeldinger og rapporter fra Nkom.

I april ble stortingsmeldingen *Vår felles digitale fremtid* av kommunal- og moderniseringsdepartementet publisert (KMD, 2021). Dokumentet tar for seg mange av de samme temaene og fokusområder som vår studie. På dette tidspunktet hadde vi samlet inn store deler av det som utgjør empirien. Det at dette dokumentet ble publisert så sent i forhold til vår studie vil muligens kunne tenkes som negativt tidspunkt, ettersom en stortingsmelding er ansett for å være en sterk kilde og kunne gjort datainnsamlingen lettere for oss. Vi vil derimot argumentere for at stortingsmeldingen kom på akkurat riktig tidspunkt. Nettopp fordi vi allerede hadde lagt inn mye arbeid i datainnsamlingen gjennom mange ulike kilder. Det at stortingsmeldingen sier mye av det samme som de uavhengige kildene i andre dokumenter er ikke ensbetydende med at funnene er bekreftet, men det styrker påliteligheten til våre funn.

Etterprøvbareheten er ikke like enkel når det gjelder intervju. Den menneskelige faktoren vil gjøre at det er større sannsynlighet for at svarene man får, ikke vil være identiske med de svarene vi fikk, selv om de samme spørsmålene blir stilt. Det semi-strukturerte formatet for intervjuene gjør også at det er vanskeligere å replikere resultatene. Brinkmann & Tangaard (2015) forklarer at intervju ikke kan betraktes som en nøyaktig teknikk for å oppnå upåvirkede svar fra informanten. For å styrke etterprøvbareheten har vi lagt ved intervjuguiden, som Vedlegg C.

Ved å forklare hvordan vi har gått frem i arbeidet med å finne dokumentene som er benyttet i studien har vi forsøkt å styrke etterprøvbareheten. Etterprøvbareheten er også en av årsakene til at vi har fokusert på å finne dokumenter av høy relevans for studien, som er offentlig tilgjengelige.

4.7 Etiske refleksjoner

Forskningsetikk handler om forholdet mellom forsker og forskningsdeltakere (Postholm, 2010). I forbindelse med studien er det gjennomført intervjuer med fem aktører og til sammen åtte informanter. Helland, Larsen, Knapskog & Østbye (2002) understreker viktigheten av at betingelsene og forutsetningene for å delta i studien er klare (Helland, Larsen, Knapskog & Østbye, 2002, s. 126). Vi har forsøkt etter beste evne å følge opp dette. I forkant av intervjuene fikk de potensielle informantene enten skriftlig eller muntlig informasjon om studien, formålet med intervjuet, hvorfor vi mener de vil være et aktuelt intervjuobjekt, hva det innebærer å delta og alternative måter vi kan gjennomføre intervjuet på. På grunn av den pågående pandemien har videointervju og telefonintervju har vært mest aktuelt, i tillegg har vi vært åpne for intervju via e-post. Vi har også vært nøye med å uttrykke at informanten vil bli anonymisert, og vi har fått tillatelse av alle informantene å vise til hvilken aktør de jobber for. Det ble utformet et informasjonsskriv i en tidlig fase av studien, som siden har blitt spesifisert for den relevante informanten. Utkastet for informasjonsskrivet som ble utsendt ligger som Vedlegg D. Infoskrivet ble tilpasset aktøren og informanten.

Alle intervjuene er gjennomført over elektroniske plattformer, hvor man aldri kan være helt sikker på om informasjon kommer på avveie. Det har ikke vært anledning til å anvende kommunikasjonskanaler som støtter ende-til-ende kryptering for gjennomføring av disse intervjuene. Et viktig sikkerhetstiltak i dette studiet, er at det ikke har vært anvendt usikre offentlige WiFi-nettverk for enheter som har behandlet datamateriale i studiet. Alle telefonsamtalene er gjennomført ved bruk av 4G, samt er videokonferansene utført gjennom Microsoft Teams ved bruk av 4G eller bredbånd i eget hjem. Epostutvekslingen har blitt gjennomført ved bruk av ordinære gmail.com og outlook.com kontoer, for økt sikkerhet tilknyttet kontoene er det anvendt tofaktorautentisering, alle e-poster vil bli slettet etter sensur. Ved gjennomføring av lydopptak ble dette utført med en båndopptaker uten tilknytning til internett, for å ivareta sikkerheten. Under studiet har vi fått tilsendt interne rapporter over e-post som ikke skal offentliggjøres i sin helhet. For å ivareta dette vil alle disse dokumentene slettes etter sensur. Informasjonen som har blitt anvendt fra disse rapportene, har blitt avklart med den enkelte aktør. Vår vurdering er at våre rutiner og de plattformene som er anvendt, gir tilstrekkelig sikkerhet for å behandle informasjonen i dette prosjektet. Ingen av informantene har uttrykt bekymringer rundt valgene som er tatt.

5. Empiri

I dette kapitlet presenteres og gjennomgås funn fra datainnsamlingen og de fem intervjuene. Funnene som blir presentert ansees å være de mest relevante for å besvare forskningsspørsmålene. Av denne grunnen er også dette kapitlet strukturert etter rekkefølgen på forskningsspørsmålene. Først vil det blir presentert funn knyttet til samfunnets behov for mobilnett og Nødnett, deretter vil vi presentere funn knyttet til robustheten i infrastrukturen i nettene. Etter dette vil vi se på hvordan droner og satellitter kan bidra til å styrke robustheten i mobilnett og Nødnett.

5.1 Systemer og behov for krisekommunikasjon i Norge

I etterkant av større hendelser kommer det rapporter og evalueringer som en del av etterkrisefasen. Behovet for krisekommunikasjon, blir godt synlig i de tilfellene hvor kommunikasjonen er mangelfull. Derfor vil vi nå trekke frem noen eksempler fra rapporten etter terrorhandlingene 22.juli 2011. Rapporten er omfattende og tar for seg blant annet kommunikasjon over mobilnett mellom befolkning, mellom befolkningen og nødetater, mellom nød- og beredskapssetater. Denne rapporten er valgt som eksempel fordi hendelsen inneholder hendelser og eksempler som kan illustrere behovet for krisekommunikasjon som vil bli nærmere beskrevet i de neste kapitlene som tar for seg systemer og behov for krisekommunikasjon.

«Den gule lappen» og «Ressursene som ikke fant hverandre» er noe av det som fikk størst oppmerksomhet i media og referer til en rekke kommunikasjonsutfordringer som hindret effektiv krisehåndtering. 22.juli-kommisjonen viser til både teknisk, organisatorisk og menneskelig svikt i krisekommunikasjonen. Rapporten etter terrorhandlingene 22.juli. 2011 bidro til flere endringer i arbeidet med samfunnssikkerhet og beredskap i Norge, deriblant innføring av samvirkeprinsippet, som presentert i kapittel 3.1 Samfunnssikkerhet, beredskap og beredskapsprinsippene (JD, 2012).

Etter bomben gikk av i regjeringskvartalet ble redningsarbeidet raskt igangsatt. Rapporten viser at de først ankom til åstedet, var “enten tilfeldig forbigående eller sikkerhetsvakter fra DSS. Etter beste evne hjalp de folk ut av bygningene og gikk i gang med førstehjelp. Mange frivillige gjorde en livreddende innsats” (NOU 2012:14, s. 21).

Nødetatene ble varslet umiddelbart etter eksplosjonen. Det tok under to minutter før AMK-sentralen ved Oslo Universitetssykehus var varslet og til politiets operasjonssentral strømmet det inn telefoner fra personer som hadde hørt eller registrert eksplosjoner i Oslo sentrum. Samtidig nådde nyheten om eksplosjonen media og sosiale medier som Twitter og Facebook (NOU 2012:14, s. 21-22).

“Den gule lappen” refererer til at en vokter ved regjeringskvartalet, som hadde ringt politiets nødmeldesentral, med sentrale opplysninger om gjerningsmannen og bilen han kjørte fra stedet i. Informasjonen ble ansett som svært viktig, og mottakeren av samtalen skrev en kort melding på en lapp, som ble lagt på operasjonslederens pult og inneholdt kontaktinformasjon til innringeren, opplysninger om observasjon av bevæpnet mann i politiuniform og bilens kjennemerke (NOU 2012:14, s. 99-100). Det var ikke før rundt 20 minutter senere, at vitnet ble ringt opp igjen (NOU 2012:14, s. 21). Kommisjonen mener at gjerningsmannen kunne ha blitt forhindret i å komme seg fra regjeringskvartalet til Utøya, dersom det hadde blitt sendt varsel om stopptiltak, som veisperringer, knyttet til konkrete tips om gjerningsmannen og bilen hans (NOU 2012:14, s. 170).

Ressursene som ikke fant hverandre karakteriserer i stor grad 22.juli-kommisjonens rapport knyttet til krisehåndteringen. Flere ganger vises det til feil og mangler i krisehåndteringen og en kompleks kjede av svikt i krisekommunikasjonen, noe kommisjonen blant annet begrunner med «mangel på evne til å sikre seg gripbare båtressurser og koordinere egne mannskap godt nok» (NOU 2012:14, s. 134). Bakgrunnen for denne uttalelsen er ifølge kommisjonen fravær av felles kommunikasjonsplattform og mangelfullt politiarbeid (ibid.).

Det var mye som gikk feil i tidsrommet fra bomben gikk av i regjeringskvartalet til beredskapstroppen (BT) ankom Utøya. Det kom inn flere meldinger om tilgjengelige båter som lå i området rundt Utøya, blant annet skipperen på MS Thorbjørn og AUF lederen som befant seg på MS Thorbjørn, personer som befant seg i området rundt Utøya som informerte om disponible båter. Av ulike årsaker ble ikke informasjonen videreformidlet til BT. Kommisjonen mener at dersom MS Thorbjørn hadde blitt sikret som en ressurs i denne tidlige fasen kunne beredskapstroppen (BT) vært på Utøya vesentlig tidligere (NOU 2012:14). Anrop av samme karakter havnet av tekniske årsaker i Søndre Buskerud Politidistrikt (SBPD) istedenfor Nordre Buskerud politidistrikt (NBPD). Informasjonen operasjonssentralen i SBPD mottok fikk de ikke brakt videre til operasjonssentralen i NBPD, fordi de ikke kom gjennom på linjen. Det kom også inn anrop til operasjonssentralen i NBPD

fra en person som informerte om at han hadde en båt til disposisjon dersom det de trengte det, og at han befant seg i resepsjonsbygget på campingplassen, men informasjonen når ikke frem til BT (NOU 2012: 14, s. 134).

Samtidig som denne samtalen pågikk ankommer en enhet fra BT tilfeldigvis Utvika Camping. Fordi anropet ble koblet til NBPD og ikke SBPD mener kommisjonen at basert på lydfilene virker det ikke som at operatøren har kunnskap om området som personen ringte fra. Verdien av informasjonen var derfor vanskelig å vurdere, noe som resulterte i at informasjonen ikke ble videreformidlet. En BT-patrulje hadde kjørt forbi avkjøringen til oppmøtestedet, og visste ikke hvor de var i forhold til Utøya. De spurte en person på campingplassen om hvor Utøya var, men har fortalt i ettertid at det ikke var naturlig for de å spørre etter båt (ibid.). Kommisjonen slår fast at det fantes flere båtalternativer i området rundt Utøya i tidsrommet da beredskapstroppen ankom (NOU 2012:14, s. 136). Dette er bare noen eksempler på tilfeller hvor befolkningen har informert om disponible ressurser til politiet, som av ulike årsaker ikke når frem til beredskapstroppen.

Det er ikke bare SBPD og NBPD som har problemer med å opprette forbindelse med hverandre. Operasjonsleder forsøkte å opprette forbindelse med det lokale brannvesenet for å få tak i en båt. Årsaken til at operasjonslederen ikke kom gjennom var en installasjonsfeil, hvor en knapp på skjermen med direktelinje til 110 hadde fått feil etikett. Politiet ringte derfor vanlig 110-linje, hvor linjene var overbelastet (NOU 2012:14, s. 136). Befolkningen var raske med å ringe operasjonssentralen til 112 for å varsle om hendelsene, og det tok mindre enn ti minutter fra skytingen på Utøya startet, til alle tre politidistriktene hadde blitt varslet av befolkningen (NOU 2012:14, s. 28).

Kommisjonen konkluderte blant annet med at “evnen til å koordinere og samhandle har vært mangelfull” og at “potensialet i informasjons- og kommunikasjonsteknologi har ikke vært godt nok utnyttet” (NOU 2012:14, s. 16). Eksempelvis peker kommisjonen på manglende tekniske forutsetninger for sikker formidling av informasjon. Nødnett var ikke ferdig utbygd på dette tidspunktet og var ikke tilgjengelig for NBPD, som av den grunn brukte det analoge politisambandet. Dette spilte en vesentlig betydning for samvirke fordi de lokale enhetene ikke hadde mulighet til å kommunisere med beredskapstroppen, SBPD, Asker og Bærum politidistrikt over samband. Tilsvarende gjaldt også for øvrige etater som anvendte Nødnett (NOU 2012:14, s. 140). Det med andre ord fantes ingen felles kommunikasjonsplattform for samvirke mellom aktørene. De ulike kommunikasjonsplattformene la store begrensninger på

mulighetene for å sikre et godt samvirke. I tillegg viser rapporten at det i området var mangelfull dekning på det analoge sambandet som gjorde kommunikasjon krevende (ibid.). Lydfilene kommisjonen har gått gjennom underbygger dette og kommisjonen mener at den dårlige dekningen i kombinasjon med mangel på selvkritisk kommunikasjon over samband, medførte til usikkerhet rundt oppmøtested og at de tilgjengelige ressursene ikke fant hverandre, samt “at koordineringen av den øyeblikkelige aksjonen var mangelfull” heter det i rapporten (NOU 2012:14, s. 142). Videre står det:

“Dersom politiet hadde hatt muligheten til å snakke sammen på tvers av politidistriktene og hatt systemer for skriftlig informasjonsdeling både på taktisk og operasjonelt nivå, ville politiets prestasjonsevne vært vesentlig bedre. Det er ikke til å undres over at det ble vanskelig å formidle kritisk informasjon når politiet ikke var i stand til å snakke sammen på tvers av politidistriktene.”

Manglende tilgang på samband på tvers av politidistrikt og øvrige nødetater, er et tilbakevendende tema for kritikk knyttet til krisehåndteringen. Kommisjonen påpeker at informasjon er en kritisk faktor i krisehåndtering og at i dagens digitaliserte samfunn er alle kriser også en potensiell informasjonskrise. En informasjonskrise forklarer 22.juli-kommisjonen som at normale informasjonsstrømmer og informasjonsbehandlingsrutiner bryter sammen. Eksempelvis vil stor pågang av innringere til nødnumre, men også andre faktorer føre til at normale informasjonsstrømmer og informasjonbehandlingsrutiner ofte bryter sammen. Pålitelig informasjon er avgjørende for situasjonsforståelsen og dermed også handlingsrommet. 22.juli-kommisjonen uttalte blant annet at “for aktørene i krisehåndteringsapparatet vil informasjonstilfanget og situasjonsforståelsen kort sagt være avgjørende for muligheten til å gjøre en god jobb” (NOU 2012:14, s. 229). Mangel på informasjon fører til svak styringsevne, påpekes det i rapporten. Blant annet forklares det at stabssjefen har uttalt at han og hans medarbeidere tidvis følte på et informasjonsvakuum i løpet av ettermiddagen og kvelden 22.juli (NOU 2012:14, s. 232).

Det er tydelig at krisekommunikasjonen er ansett som en kritisk del av krisehåndteringen slik det fremstår i 22.juli-rapporten. Det er viet stort fokus på hvordan krisekommunikasjonen har foregått gjennom hele krisen og det har blitt avdekket hva som sviktet på menneskelig, teknisk og organisatorisk nivå. Som tidligere påpekt var det tidvis dårlig mobildekning i området ved Utøya, men er tross dette ansett av mange som å være “det eneste velfungerende samband denne dagen” (NOU 2012:14, s. 457). Som en oppfølging av dette utsagnet

påpeker kommisjonen at det kun noen uker tidligere var alvorlig svikt i store deler av mobilnettet i østlandsområdet (ibid.). Det er ikke vanskelig å se for seg at et samtidig utfall av mobilnettverkene, kunne medført til større konsekvenser denne dagen. Kommisjonen presiserer på bakgrunn av dette viktigheten av at samfunnet lærer av hendelsen og hvordan marginale forskjeller i omstendighetene kunne ha ført til enda større konsekvenser (ibid.).

5.2 Modell for krisekommunikasjon i Norge

I Norge er det en rekke nasjonale systemer som utfyller ulike roller for informasjonsdeling og kommunikasjon i ulike kriser. For befolkningen er de mest sentrale mobilnettverkene, bredbånd, TV, DAB-radio, FM-radio og tyfonanlegget. Noen av disse systemene muliggjør kommunikasjon (toveiskommunikasjon), hvor andre kun kan dele informasjon (enveiskommunikasjon). For kommunikasjon til, fra og mellom utrykkende nød- og beredskapsaktører er de mest sentrale kommunikasjonssystemene Nødnett og mobilnettverkene. Blant disse aktørene benyttes også satellittelefoni i noen grad som reserveløsning (KMD, 2021). For kommunikasjon og koordinering mellom statiske ressurser benyttes en rekke ulike IKT-plattformer, som eksempelvis *Nasjonalt Begrenset Nett* (Forsvarsdepartementet, 2015; Nkom, 2017; Politiet, 2018). Slike plattformer vil ikke bli omtalt ytterligere i denne rapporten, men de er alle avhengig av et transportnett som omtalt i kapittel 5.5 Transportnettverkene i Norge (Nkom, 2017).

For å kunne drøfte Nødnett og mobilnettverkens rolle i et samfunnsikkerhetsperspektiv, har vi laget en modell med inspirasjon fra den amerikanske modellen til Cybersecurity & Infrastructure Security Agency (CISA) (CISA, 2019). Figur 7, viser fire funksjoner som ivaretar samfunnets totale behov for kommunikasjons- og informasjonssystemer i kriser. I midten finner man effektiv krisehåndtering, som de fire funksjonene bidrar til å opprettholde.



Figur 7: Kommunikasjon og informasjonsdeling i kriser (Utarbeidet etter CISA (2019)).

Hvem som initierer kommunikasjonen og hvordan den flyter på tvers av disse funksjonene vil være situasjonsavhengig. Det samme gjelder hvilke systemer som understøtter den enkelte funksjon (CISA, 2019). De fire neste kapitlene vil forklare disse funksjonene i detalj, med hensyn til mobilnettverk og Nødnett.

5.2.1 Systemer for befolkningens rapportering og assistansebehov

Rapporterings- og assistansebehov gjelder både tidskritisk og annen informasjon som befolkningen skal dele med nødvendige ressurser gjennom definerte kanaler for nødkommunikasjon og annen kommunikasjon. Når først responders skal melde inn hendelser er en avhengig av å tilby befolkningen tilgang på kommunikasjonssystemer som ivaretar nødvendige krav for tilgjengelighet, konfidensialitet og integritet. Et eksempel på funksjonen er befolkningens kommunikasjon med nødmeldetjenesten i kriser, hvor samfunnet innehar en høy forventning til ivaretagelse av disse kravene (JD, 2019).

For å få forbindelse med nødmeldetjenesten er man avhengig av taletelefoni gjennom mobiltelefon, satellittelefon, IP-telefon eller fasttelefon. Unntaket er de som er forhåndsregistrert for bruk av SMS eller 1412-tjeneste for nødsamtaler via teksttelefon, som

primært er tjenester for døve, hørselshemmede eller talehemmede. Disse tjenestene krever også forhåndsregistrering for å kunne benyttes. Nødanrop over mobilnettet kan utføres uavhengig av hvilken mobilnettverksoperatør som er tilgjengelige i området man befinner seg. Så lenge det er dekning fra en leverandør, er det mulig å ringe 112 (Nkom, 2020c). Formålet med direkte tilgang til nødnet er ifølge Dreyer (2014, s. 92-93) og Bjelland & Nakstad (2018, s. 74) å sikre at:

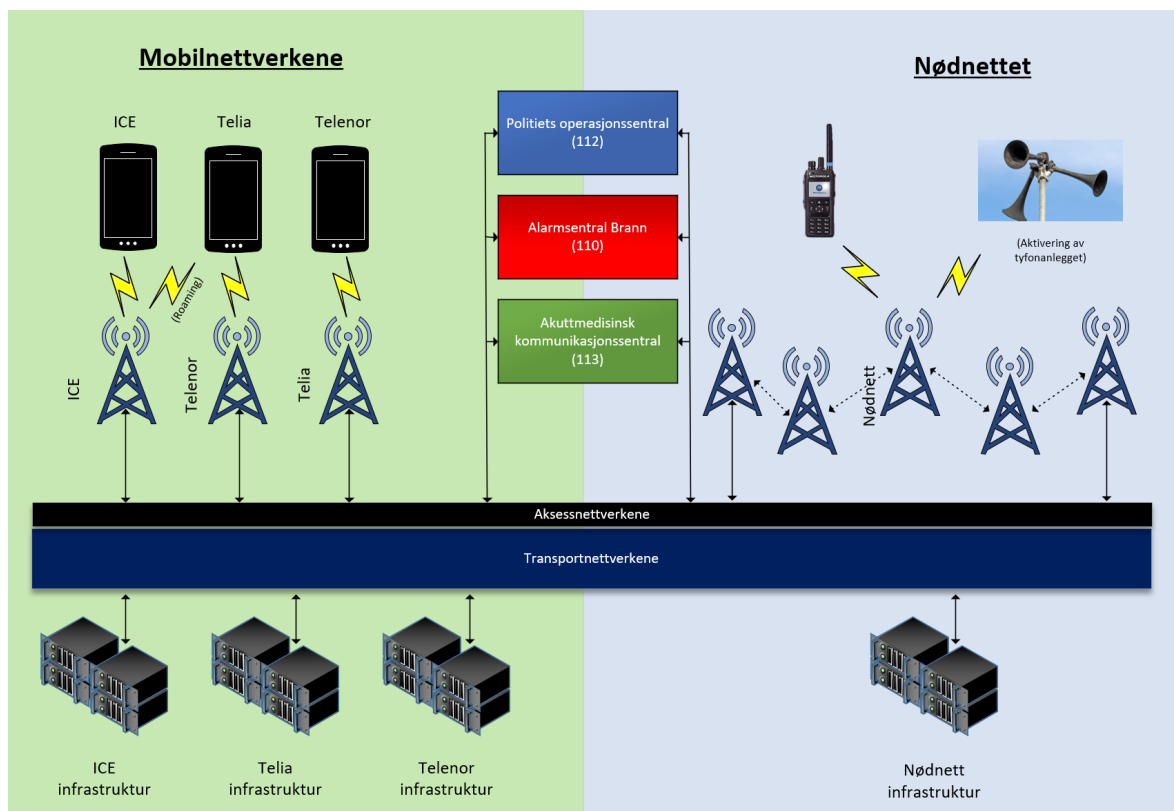
1. Innringers henvendelse blir hurtig mottatt og forstått.
2. Behovet for hjelp blir vurdert, samt varsling eller formidling av kontakt med riktig ressurs blir foretatt.
3. Innringer mottar relevant veiledning og råd.

I tillegg til taleforbindelsen når mobiltelefonen benyttes, får nødmeldesentralene informasjon om navn, adresse og plasseringen til innringeren. Dette får man gjennom funksjonaliteten som heter “Advanced Mobile Location” som er innebygget i de fleste moderne operativsystemer. Systemet kombinerer informasjon fra GPS, WiFi og mobilbasestasjoner til å sende lokasjonsdata til nødmeldesentralen. Selv om telefonen har avskrudd lokasjonstjenester eller er i strømsparemodus vil denne funksjonaliteten overstyre disse innstillingene og dele posisjonen med nødmeldesentralen. For telefoner uten denne funksjonaliteten, vil man kun få informasjon fra basestasjoner, noe som vil gi en mer unøyaktig posisjon på innmelderen (Nkom, 2020c).

Historisk har fastlinjetelefoner over kobbernettet vært et alternativ til mobiltelefonen for befolkningen, da i tilknytning til bopel og annen fast infrastruktur. Denne teknologien er i ferd med å fases helt ut (Nkom, 2020c). Den store forskjellen mellom nåværende erstatningsprodukter og denne løsningen, er at tidligere fasttelefoner hadde mulighet for å få fjernmatet strøm over kobbernettet. Dette gav redundans ved strømbrydd, så lenge sentralen var utstyrt med nødstrøm (DSB, 2013, s. 28). Trenden viser at svært få nordmenn har erstattet fasttelefonen med bredbåndstelefoner i hjemmet, samtidig viser tallgrunnlaget en kontinuerlig nedgang i abonnemeter fra 2010 til 2019 (Nkom, u.å.). For befolkningen kan man allikevel argumentere for at WifiTale er et godt alternativ til bredbåndstelefoner. Årsaken til dette er at både bredbåndstelefoner og WifiTale har samme sårbarheten overfor lokale strøm- og transmisjonsbrydd, ettersom at de begge er avhengig av bredbåndet som er levert til husstanden (KMD, 2021, s. 151; Nkom, 2020h, s. 43).

5.2.2 Systemer for aktørers respons og hendelseskoordinering

Sett i forhold til befolkningens kommunikasjon med nødmeldesentralene, vil det kunne oppstå situasjoner hvor utrykkende enheter må samhandle under respons og hendelseskoordinering (JD, 2019).



*Figur 8: Konseptskisse av informasjonsflyt mellom mobilnettverkene og Nødnett.
(Utarbeidet etter: DSB, 2019c;DSB, 2018b;Nkom, 2017)*

Figur 8 viser et eksempel på en situasjon hvor det flyter informasjon fra innringere til nødmeldesentraler i en krisesituasjon. Hvor informasjonen potensielt blir kommunisert videre fra en nødmeldesentral på Nødnett, til utrykkende enheter som responderer på en hendelse. Av nødmeldesentralene forventes det en effektiv og likeverdig tjeneste, uavhengig av nødnummeret som benyttes av innringer. For å ivareta behovet kommunikasjon, som understøtter hendelseskoordinering og respons på tvers av nødmeldesentralene, benyttes det en prosedyre kalt for trippelvarsling, for å skape felles situasjonsforståelse (JD, 2019).

Trippelvarslingen gjennomføres med de andre nødetatene og eventuelt hovedredningsentralen (HRS), hvor operatørene kan koordinere sin innsats. Varslingen blir utført med eller uten at innringeren er tilknyttet konferansesamtalen mellom nødetatene. Prosedyrer er aktuell i situasjoner hvor man antar at ressurser skal rykke ut umiddelbart. Hendelsene kan eksempelvis være masseskader, pågående livstruende vold, bombetrusler eller skred (JD, 2019). Tidlig i konferansen mellom nødetatene defineres en felles talegruppe på Nødnett av politiet eller HRS, som skal benyttes av utrykkende enheter. Tidskritisk og relevant informasjon fra innringere skal gjengis til de utrykkende enhetene gjennom den avtalte talegruppen på Nødnett. Her er det en klar avhengighet til mobilnettverkene for å innhente informasjon fra befolkningen, som videre kommuniseres til og håndteres av utrykkende enheter (JD, 2019). Som redundans for systemet til konferansesamtaler, er det planlagt at man kan benytte en forhåndsdefinert talegruppe i Nødnett, som i dette tilfellet er 11X talegruppene (Politidirektoratet, 2018).

Nødnettet benyttes av og på tvers av nød- og beredskapsaktører i Norge. Kommunikasjonen foregår primært forhåndsprogrammerte talegrupper som benyttes til gruppesamtaler. Talegruppene er programmert på radioen etter tjenstlig behov for den enkelte organisasjon og muliggjør dermed informasjonsdeling på tvers av organisatoriske og geografiske grenser (DSB, 2019c). Hvem som skal benytte de ulike talegruppene og når de skal benyttes er styrt gjennom sambandsreglementene og planverkene til de ulike aktørene som anvender Nødnett. I tilfeller hvor man må opprette forbindelse til andre beredskaps- og samvirkeaktører, så skal dette gjøres over telefoni om annet ikke er avtalt lokalt (Politidirektoratet, 2018, s. 18). Dette skaper en avhengighet til mobilnettverket, med mindre disse aktørene har tilgang på andre telefonisystemer som satellittelefoner eller IP-telefoni. For å muliggjøre effektiv samhandling, er man helt avhengig av å utarbeide og trene på bruken av lokale sambandsplaner som er forankret på tvers av nødvendige aktører. Dette sikrer at alle har tilgang på talegruppene som benyttes og at ressursene finner hverandre (DSB, 2019c). Med andre ord bør man ikke være avhengig av ytterligere koordineringer over andre kommunikasjonssystemer under en operasjon, for at nødvendige ressurser skal samhandle med hverandre over Nødnett.

Som beredskap ved utfall er det i noen grad anskaffet satellittelefoner fra Iridium eller Inmarsat (Fylkesmannen i Rogaland, 2018, s. 99). Eksempelvis har Iridium en begrenset kapasitet på omtrentlig 80 til 240 samtidige brukere i et område tilsvarende hele Sør-Norge.

Dette i forhold til satellittenes plassering med tanke på dekningsområde. Hvis noen i tillegg benytter mye datatrafikk, svekkes kapasiteten for talekommunikasjon betydelig. For å få effekt ut av slike systemer, er man også avhengig å ha lagret og forhåndsdistriert telefonnummeret til satellittelefonene som er tenkt anvendt under en hendelse med bortfall (Nkom, 2016b).

5.2.3 Systemer for varsling og informasjonsdeling til befolkningen

Fremtidens sivile beskyttelsestiltak er basert på tre ulike hovedtiltak, som er rettidig befolkningsvarsling med høy dekningsgrad, hensiktsmessig evakuering til trygge oppholdssteder og egenberedskap. Det eneste nåværende systemet for nasjonal befolkningsvarslig er tyfonanlegget som kun dekker halve befolkningen. Herunder i byer og tettsteder, som eksisterte ved utplasseringen av anleggene under den kalde krigen (JD, 2020). En undersøkelse utført av Aftenposten (2021) viser at minst 62 % av landets kommuner er utenfor hørevidde. Dette tallet er basert på Sivilforsvarets egne beregninger hvor tyfonene har en rekkevidde på 500 til 750 m i flatt og åpent landskap. Sannsynligvis er det mer enn to millioner mennesker som ikke hører denne alarmer ved bruk (Lom, 2021).

I krig er systemet tiltenkt som flyalarm i tillegg til funksjonaliteten den har i fredstid. I fredstid er det primært to signaler som er aktuelle, herunder “viktig melding - søk informasjon” og “faren over” (Sivilforsvaret, u.å.). Bruken av kun lydsignaler gjør at man ikke klarer å formidle et presist budskap, med hensyn til en hendelse. Dermed må befolkningen søke andre kanaler for informasjon (KMD, 2021, s. 179). Tyfonanlegget benytter Nødnett som databærer for å utløse systemet, herunder er det en avhengighet til at nødnettet fungerer der tyfonen skal aktiveres. Ansvar for utløsning av tyfonvarslingen ligger på politiet i fredstid (DSB, 2018). Anlegget forbindes mest med varsling i krigssituasjoner, men er også aktuelt i fredstid når det er nødvendig å varsle befolkningen om akutt fare, som for eksempel ved gassutslipp fra industri eller dambrudd i vannmagasin (Sivilforsvaret.no, u.å.). Kanaler som dekker behovet for enveis informasjonsdeling til befolkningen kan være DAB-radio, TV og myndighetenes nettsider, alle med sine avhengigheter til et transportnettverk for distribusjon av informasjonen. I tillegg finner man sosiale medier og nettaviser med kommentarfelt som åpner opp for toveis-kommunikasjon. Internettbaserte tjenester vil herunder være avhengig av fungerende bredbånd eller mobilnett (Nkom, 2020b).

Sett med hensyn til figur 7, har man i denne funksjonen behov for å kunne effektivt varsle et presist budskap og dele annen viktig informasjon, da gjennom systemer som eksempelvis kun støtter enveiskommunikasjon. KMD (2021, s. 179) forteller at fremtidig bruk av funksjonaliteten som heter “Cell Broadcast”, er teknologien som er mest effektiv for å nå ut til store deler av befolkningen, med et presist budskap gjennom mobilnettverkene. Systemet muliggjør også varsling av avgrensede områder. Et nytt regelverk i EU, som er i ferd med å tas med i EØS-avtalen, pålegger innføring av befolkningsvarsling ved bruk av mobilnettverkene. KMD (2021, s. 180) forklarer at ved innføringen av et slikt varslingssystem vil myndighetene kunne sende ut mer presis informasjon og nå ut til betydelig større deler av befolkningen. Avdelingsdirektør i DSB, Sigurd Heier, forklarer at det nye systemet ikke skal erstatte tyfonanleggene, men innføres i tillegg. Grunnen til dette er at mange ikke registrerer om de får meldinger om natten, eller følger med på mediene (Lom, 2021).

Behovet for befolkningsvarsling i krisesituasjoner har vist seg å være større enn hva dagens tyfonanlegg kan imøtekomme. For å imøtekomme behovet finnes det digitale løsninger som tilbyr varslingssystemer via mobilnettene. Tjenester som Everbridge gjør det mulig å varsle innbyggere på en bestemt adresse eller i et geografisk område om hendelser via SMS, e-post, og talemelding til fasttelefon (Everbridge, u.å.; Myrstad-Nilsen, 2021). Eksempelvis har denne befolkningsvarsling via mobilnett blitt brukt under covid-19-håndteringen, hvor blant annet Hole, Hemsedal og Færder kommune sendte ut SMS for å varsle om hytteforskriften som legger stopper for overnatting på hytte, ved passering av kommunegrensen (Johansen, Stensland & Bjørge, 2020).

Crowd-sourcing og crowd-feeding har i fått en stadig større rolle i krisehåndteringen. Gjennom sosiale medier kan informasjon enkelt deles og innhentes. 96 % av Norges befolkning har en smarttelefon (SSB, 2020). 22.juli ble omverdenen først varslet om skyting på Utøya via sosiale medier. Meldingene som ble publisert på Facebook og Twitter var viktige nyhetskilder. 22.juli senteret omtaler sosiale medier som en livsåre mellom ungdommen og omverdenen (Kverndokk, 2017). Den første meldingen fra Utøya ble publisert på Twitter 17 minutter før første nettavis rapporterte om hendelsen (ibid.) Mange brukte også Facebook og Twitter for å få kontakte venner og familie. I en undersøkelse gjort i tilknytning til 22.juli-rapporten svarte et overveldende flertall at de brukte sosiale medier det

første døgnet etter angrepet for å få informasjon om de andre fra Utøya, samt dele informasjon om egen tilstand/situasjon (NOU 2012:14, s. 277).

I 2010 rammet et massivt jordskjelv Haiti som krevde mer enn 230 000 liv (Heinzelman & Waters, 2010, s. 2). 85 % av Haitiske husholdninger hadde tilgang på mobiltelefon og gjennom innsamling av tekstmeldinger, e-post, blogger, Twitter og Facebook - såkalt crowdsourcing, ble programvaren Ushahidi brukt for å kartlegge, organisere og dele kritisk informasjon fra befolkningen (ibid.). Informasjonen fra befolkningen førte til at responsaktørene begynte å bruke slike krisekart som beslutningsgrunnlag for hvor, når og hvordan de skulle prioritere ressursene sine. Meldingene fra befolkningen inneholdt blant annet informasjon om mennesker som var fanget, hadde behov for medisinsk hjelp, mat, vann og ly (ibid.) Etter hvert som smarttelefoner og bruken av sosiale medier har blitt mer vanlig i verden har bruken av crowd-sourcing blitt et viktig verktøy i krisehåndteringen og interaktive krisekart av denne typen er ansett som et så viktig i nødhjelpsarbeid at det bestilles av FN for oppdrag i hele verden (Pettersen, 2013).

Selv om det er en rekke fordeler ved bruk av sosiale medier som en del av krisehåndteringen er det også en del ulemper og nye utfordringer som følger med. Disse vil ikke bli vektlagt i denne studien da det faller utenfor studiens fokusområde, og går på brukerens evne til god krisekommunikasjon. Vi mener likevel det er nyttig å belyse at dette i fattighet.

5.2.4 Systemer for befolkningens samhandling

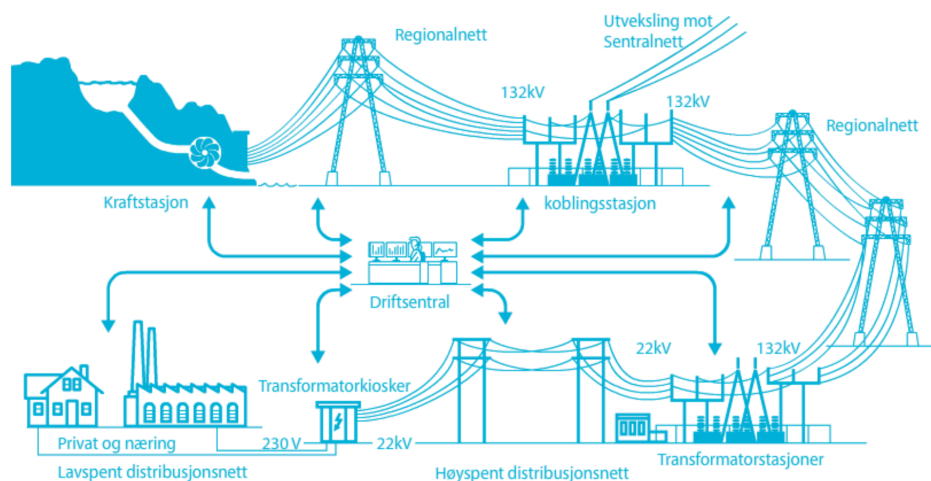
I denne studien vises befolkningens samhandling til befolkningens vilje til å bidra i kriser. Menneskers vilje til å bidra med ressurser i kriser er generelt stor. 8 av 10 nordmenn mener de har noe eller stort ansvar for å hjelpe andre i nærmiljøet hvis en større, uønsket hendelse skulle inntreffe (Ipsos, 2020, s. 19). Denne viljen vises det også til i 22.juli-rapporten (NOU 2012:14, s. 458) ved flere eksempler og kommisjonen sier blant annet "Tilfeldig forbipasserende, campingturister og fastboende ved Utøya ble denne ettermiddagen helt avgjørende brikker i en av landets største redningsoperasjoner noensinne ... Vanlige mennesker trådte til og fattet beslutninger om å handle. Uten de frivilliges innsats denne dagen ville flere liv ha gått tapt, og skadeomfanget ville vært større. Mange av disse heltene deltok med en imponerende og uegennyttig innsats med fare for eget liv". Innringerne 22.juli som stilte egne båter til disposisjon er et eksempel på hvor mobilnettene bidro til

befolkningens samhandling. Eksempler på slike samtaler er forklart i kapittel 5.1 Systemer og behov for krisekommunikasjon i Norge. Det ville ellers vært vanskelig å få informert om disse tilgjengelige ressursene, i en tidspresset akutt situasjon, med mindre båteier og politi møttes ansikt til ansikt. Innsatsen som “mannen i gata” bidro med under 22.juli hendelsen beskrives som helt avgjørende for politiaksjonen” (NOU 2012:14, s. 458).

5.3 Avhengigheter mellom kraft og ekom

Samfunnets avhengighet til sikre og tilgjengelige mobilnett og andre ekomtjenester gjør at det kreves et utstrakt samspill mellom både Nkom, ekomaktører og på tvers av andre samfunnssektorer. Fordi mobilnettene er avhengig at stabil strømforsyning for å opprettholde sin funksjonsevne er samarbeid med nettselskapene svært viktig i arbeidet med sikkerhet og beredskap (KMD, 2016, s. 186; KMD 2021).

Analysys Mason (2018) konkluderte med at «offentlig ekom spiller allerede en vesentlig rolle i kraftforsyningen som helhet, og betydningen vil trolig øke i tiden framover. Med nye nettverksteknologier vil skillet mellom private og offentlige nett viskes ut». En overordnet konseptskisse av kraftssystemet er presentert i figur 9.



Figur 9: Overordnet konseptskisse av kraftsystemet (NOU 2015: 13, s. 130)

Forsyningen av elektronisk kommunikasjon og strøm er grunnleggende kritisk infrastruktur som er gjensidig avhengig av hverandre. Ved å forsterke robustheten i strømmettet kan man sikre tilgangen på stabile ekomtjenester under ekstraordinære hendelser. På samme måte kan

en forsterkning av nødstrøm hos mobilnettverkene eller Nødnett, sikre nettselskapene tilgang på en nødvendig kommunikasjonsbærer under arbeidet med å gjenopprette strømtilførselen ved et brudd (SD, 2015;KMD 2021; Analysys Mason, 2018).

Erfaringen til Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) (2013, s. 54) tilsier at man trenger forbindelse med lokale og regionale beredskapsmyndigheter, sårbare kunder og viktige samarbeidspartnere ved naturhendelser. Ifølge kraftberedskapsforskriften skal Kraftforsynings beredskapsorganisasjon (KBO) sine enheter ha et mobilt sambandssystem som fungerer ved svikt i offentlige elektroniske kommunikasjonstjenester eller kommunikasjonsnett, systemet skal blant annet ha tilstrekkelig dekningsgrad og 48 timer nødstrøm. Leser man kravene direkte fra forskriften, sier den ingenting om samvirke, noe som betyr at behovet kan dekkes av et internt driftet samband (Kraftberedskapsforskriften, 2012, §7-17).

I 2019 hadde totalt 50 kraftselskaper tatt i bruk Nødnett, hvor 18 av disse har startet å benytte dette som driftssamband (DSB, 2019a). Ifølge veiledningen til kraftberedskapsforskriften oppfyller Nødnett kravet, såfremt de har tilfredsstillende dekning, selv uten å oppfylle 48 timer nødstrømskapasitet (NVE, 2021). Ifølge DSB har dette gitt en styrkning i robustheten av Nødnett, ettersom at nettselskapene har lang erfaring og kunnskap om eget strømnett, lokal kjennskap til viktige områder og hvor det er utfordringer med sambandet (Kluge, 2019; DSB, 2019a). Under intervjuet med DSB forteller informanten at man basert på denne informasjonen kan gjøre gode vurderinger som styrker den totale robustheten, noe som kommer alle brukere av Nødnett til gode. De forteller at samarbeidet har medført til oppgradering av nødstrømskapasiteten fra 8 til 20 timer på 366 basestasjoner, samt et tettere driftsamarbeid med nettselskapene.

5.4 Myndighetskrav

Nkom er underlagt Kommunal og moderniseringsdepartementet og den utøvende tilsyns- og forvantingsmyndigheten for tjenester innen ekom i Norge (Nkom, u.å.). En viktig del av det arbeidet Nkom gjør er å føre tilsyn etter relevante lover og forskrifter, hvor den viktigste loven for mobilnettene er ekomloven (Nkom, 2020f).

5.4.1 Ekomloven

Ifølge ekomloven (2003, §1-1) er formålet “å sikre brukerne i hele landet gode, rimelige og fremtidsrettede elektroniske kommunikasjonstjenester, gjennom effektiv bruk av samfunnets ressurser ved å legge til rette for bærekraftig konkurranse, samt stimulere til næringsutvikling og innovasjon.”

Første ledd i Ekomloven (2003, §2-10) legger føringer for ansvaret om sikkerhet og beredskap overfor tilbydere av ekomnett og -tjenester, dette med at de skal tilby “forsvarlig sikkerhet for brukerne i fred, krise og krig”. Videre skal “tilbyder skal opprettholde nødvendig beredskap, og viktige samfunnsaktører skal prioriteres ved behov”. I denne forbindelse er det tilbyderne selv som må dekke kostnadene for å opprettholde disse kravene. Gjennom forskrifter eller vedtak kan myndighetene presisere innholdet av begrepet forsvarlig sikkerhet (Nkom, 2020g). Nkom (2020g) forteller på sine nettsider at “det betyr at nett og tjenester skal være tilgjengelige, og at integritet og konfidensialitet skal beskyttes. Krav om forsvarlig sikkerhet gjelder også i situasjoner der nettene utsettes for ekstraordinære påkjenninger”. Begrepet forsvarlighet er en rettslig standard som er endring med samfunn, teknologi og marked. Herunder vil hva som er forsvarlig forstås gjennom markedspraksis, internasjonale krav og tilgjengelig teknologi (Nkom, 2020g).

Sett i denne sammenheng gir Ekomloven (2003, §2-10) myndighetene en hjemmel til å kunne pålegge tilbyderne tiltak for å “sikre oppfyllelse av nasjonale behov for sikkerhet, beredskap og funksjonalitet i elektronisk kommunikasjonsnett og -tjeneste utover det som følger av første ledd”. For tiltak utover det som omfattes av begrepet forsvarlig sikkerhet, så skal merkostnadene til tilbyderne kompenseres av staten (Nkom, 2020g).

5.4.2 Ekomforskriften

Ekomforskriften (2004, §8) nevner en rekke punkter, som har en direkte påvirkning på tilbydernes gjenoppbygging av mobile nettverk og Nødnett. Ekomforskriften (2004, §8-2) pålegger tilbyderne å utarbeide og vedlikeholde planer, for videre gjennomføre tiltak for å kunne opprettholde en forsvarlig sikkerhet. NKOM gjennomfører tilsyn på planverket og kan sette krav til både form og innhold (Ekomforskriften, 2004, §8-2).

Ekomforskriften (2004, §8-3) gir NKOM myndighet til å pålegge tilbyderne både drift og vedlikehold av tjenestetilbudet i krise og beredskapssituasjoner, med personell og tekniske løsninger som befinner seg i norsk territorium. Ifølge ekomforskriften (2004, §8-4) skal tilbyderne ved driftstans, prioritere gjenoppretting av tilbudet for sluttbrukere med ansvar for befolkningens liv og helse, over kommersielle hensyn.

5.4.3 Klassifiseringsforskrifta

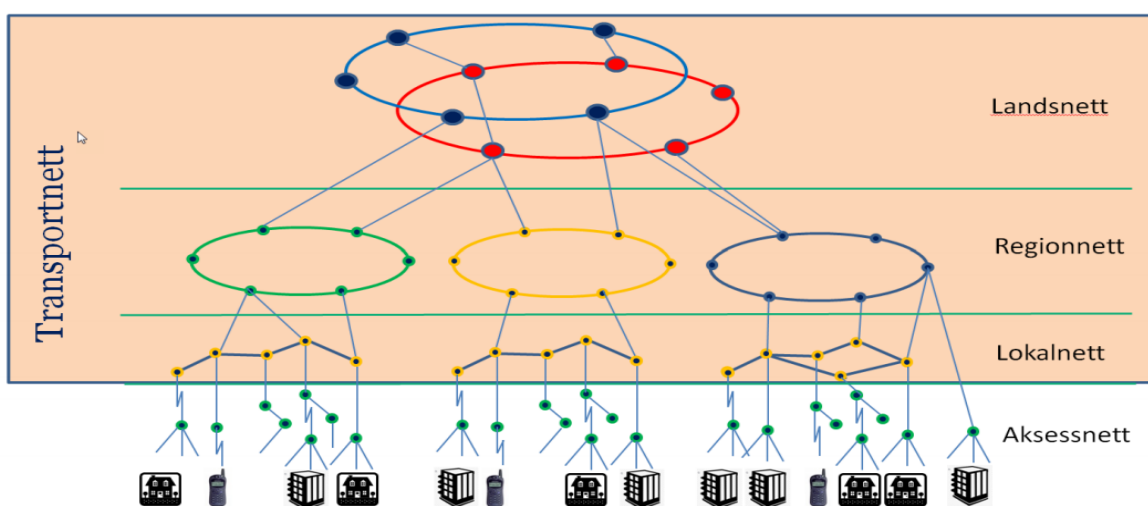
Klassifiseringsforskrifta (2012) forteller at tilbydere i Norge skal klassifisere sine anlegg. Disse skal klassifiseres i henhold til deres viktighet for offentlige elektroniske kommunikasjonstjenester. Forskriften har til hensikt å sikre nettverksutstyr mot ulike uønskede ytre fysiske påkjenninger. Målet med dette er at tilbyderne skal kunne opprettholde en nødvendig sikkerhet overfor sine brukere i fred, krise og krig. Klassifiseringsforskrifta (2012, §4) klassifiserer anlegg i fire ulike klasser. Den første klassen er klasse A, som er anlegg omfattet av lov 20. mars 1998 nr. 10 om forebyggende sikkerhetstjeneste. Klasse B omhandler anlegg som har en særs viktighet på landsnivå eller større, hvor klasse C omhandler anlegg som har en særs viktighet på fylkesnivå eller større. Klassifiseringen også gjelder om anlegget forsyner et tilsvarende omfang brukere. Resterende anlegg som ikke omfattes av disse tre klassene, blir klassifisert som D.

Videre nevner klassifiseringsforskrifta (2012, §10) at anleggene som klassifiseres som A og B skal ha tilgang på en reservestrømkapasitet, som gjør at nettverksutstyret kan driftes uten avbrudd i minimum tre dager. Anleggene i klasse C har tilsvarende krav, bare at de skal kunne driftes uten avbrudd i minimum to dager. Klasse D har ingen definerte minstekrav, men det er derimot innført et vedtak som ivaretar denne delen av nettverket. Dette blir omtalt videre i kapittel 5.6.1. Forskriften pålegger også en rekke andre krav som eksempelvis fysisk sikring, tilgangskontroll, innbruddsalarm, brannsikring, EMP/HPM-sikring (Klassifiseringsforskrifta, 2012).

5.5 Transportnettverkene i Norge

Transportnettverkene benyttes av tilbydere av mobilnettverk og Nødnett, og består i hovedsak av fiberkabler som gir lav tidsforsinkelse og høy båndbredde. Landsnettene binder sammen regionsnettverkene og tilbyr dermed forbindelser over lange avstander. I Telenor sitt landsnett, er det to parallelle nettverk som har delvise maskestrukturer og tverrforbindelser mellom de parallelle nettverkene. Normalt har den enkelte node tre ulike føringsveier til resterende deler av nettverket, på dette nivået. Regionsnettverkene er ofte bygget i ringstrukturer, med minst to adskilte føringsveier for tilkobling med landsnettene (Nkom, 2017).

Lokalnettverkene knytter aksessnettverkene mot regionsnettverkene. Totalt er det flere hundre lokalnettverk i Norge, eksempelvis har Telenor mer enn 2000 tilkoblingspunkter mellom sitt lokalnettverk og aksessnettverk (Nkom, 2017, s. 29).



Figur 10: Konseptskisse av transportnettverket i Norge (Nkom, 2017)

De største tilbydere av kommersielle transportnett i Norge er Telenor, GlobalConnect (tidligere Broadnet) og Altibox. Av disse leverandørene er det Telenor som har den mest geografisk komplette utbredelsen. Leverandørene fremstår i hovedsak som redundante og uavhengige løsninger. Globalconnect sitt landsnett går som oftest i andre føringsveier enn Telenor, men på regionalt-, lokalt- og aksessnivå leies det noe mørk fiber fra Telenor. I denne sammenheng er leie av mørk fiber, en fiberforbindelse mellom to ulike geografiske lokasjoner, uten at det leies noe form for elektronikk ved termineringspunktene. Dette gir aktørene full kontroll over nettverket, sett bort ifra den fysiske kabelen som leies. Dette

skjermer GlobalConnect fra logiske feil i nettverket til Telenor, men ikke for sårbarhet mot fysiske feil ettersom at de ligger i samme føringsvei. I denne forbindelse kan logiske feil være eksempelvis feilkonfigurering eller feil i programvare, en fysisk feil kan eksempelvis være et fysisk brudd på en fiberkabel (Statsforvalteren i Agder, 2016). Altibox har et landsdekkende transportnettverk gjennom bruk av sine partnere og benytter ofte kraftlinjer som føringsveier for fiber. Derimot benyttes det en del langtidsleie av mørk fiber fra Telenor i kjernenettverket til Altibox (Nkom, 2017).

Både Ice og Telia er mobilnettoperatører uten egne komplette transportnett, herunder har alle en avhengighet til Telenor (Nkom, 2017). Informanten fra DSB forteller at Nødnett er helt avhengige av transportnettverket til Telenor og Globalconnect. Nkom (2017, s. 2) forteller at “Avhengigheten av Telenors nett vekker bekymring, og det er blant annet i NOU 2015:13 anbefalt at tiltak iverksettes for å redusere kritikaliteten av Telenors kjerneinfrastruktur”. Det påpekes at dette transportnettverket er profesjonelt operert med et robust design, men at alvorlig svikt har potensiale for massive utfall av ekom med store samfunnskonsekvenser. Telia har de siste årene gjort en rekke tiltak for å bli mer uavhengig av transportnettverkene fra Telenor, noe som styrker den totale robustheten til mobilnettinfrastrukturen i Norge (Telia, 2019).



Figur 11 - Aktørdiversitet av tilbydere av fiber i Norge (Nkom, 2016a)

Aktørene som er tegnet inn i norgeskartet i figur 11 er lokale eller regionale netteiere eller fiberaktører. Disse er omtrentlig utplassert i henhold til området de har et fibernettnettverk. Tilsvarende er aktørene med landsdekkende fibernettnett gruppert oppe til venstre i figuren. Merk at figuren er fra 2016, samtidig som at den viser et begrenset utvalg av aktører (Nkom, 2016a).

Nkom (2017) peker på at det nødvendigvis ikke er samsvar mellom stabil drift og høy oppetid, sett i forhold til sikringstiltak mot utfall i særtilfeller. Sett fra et samfunnsikkerhetsperspektiv mener de at økt diversitet i bruk av transportnettleverandører og økt diversitet innad i enkelte transportnett, kan være risikoreducerende virkemidler. En løsning på dette kan være at tilbyderne kan anvende hverandre sine transportnettverk ved brudd i egne fiberforbindelser. Dette vil derimot kreve at det tilrettelegges på det tekniske og administrative planet, slik at man får et effektivt samarbeid som kan reetablere konnektivitet i området som har mistet forbindelse. Derimot anerkjenner de at kjøp fra en enkelt helhetsleverandør kan være fordelaktig, sett fra et økonomisk og driftsmessig ståsted (Nkom, 2017).

5.6 Nødnett

Nødnett er et nasjonalt radiosamband som er bygget for norske nød- og beredskapsaktører. Sambandet ble et landsdekkende kommunikasjonsmiddel i Norge i 2015, hvor systemet muliggjør robust og avlyttingssikker kommunikasjon der hvor folk bor og ferdes (DSB, 2019c). DSB har et drift- og forvaltningsansvar for Nødnett på vegne av JD. Nettverket til Nødnett består av 2078 basestasjoner med omtrent 60 000 abonnemeter, hvor de største brukerne er brann- og redningstjenesten, helsetjenesten og politiet (DSB, 2019c; Nødnett.no, u.å.). Aktører som samarbeider med nødetatene, eiere og operatører av kritisk infrastruktur, virksomheter med kritiske samfunnsfunksjoner eller utøvere av viktige samfunnstjenester, statlige og kommunale virksomheter med definert ansvar innen beredskap kan alle søke om tilgang i Nødnett (DSB, 2019c, s. 6).

Implementeringen av Nødnett, har skapt det som omtales som “Nødnetteffekten”. Denne effekten viser til en styrket samhandling mellom nødetatene, som mange mener har vært med på å transformere norsk beredskapsarbeid (Agenda Kaupang, 2021, s. 7) Radiosystemet er basert på “Terrestrial Trunked Radio” (TETRA) teknologien og anvender frekvensområdet

fra 380 til 400 MHz (Agenda Kaupang, 2021, s. 14). Kommunikasjonen foregår hovedsakelig gjennom forhåndsprogrammerte talegrupper, i form av gruppekommunikasjon. Systemet muliggjør kun dataoverføringen på opptil 12 kbit/s, hvor (KMD, 2021, s. 32) trekker frem at utviklingen har ført til et økt behov for dataoverføring. Med dette som bakgrunn, undersøkes det nå hvordan og når nød- og beredskapskommunikasjon kan implementeres som en del av de kommersielle mobilnettverkene.

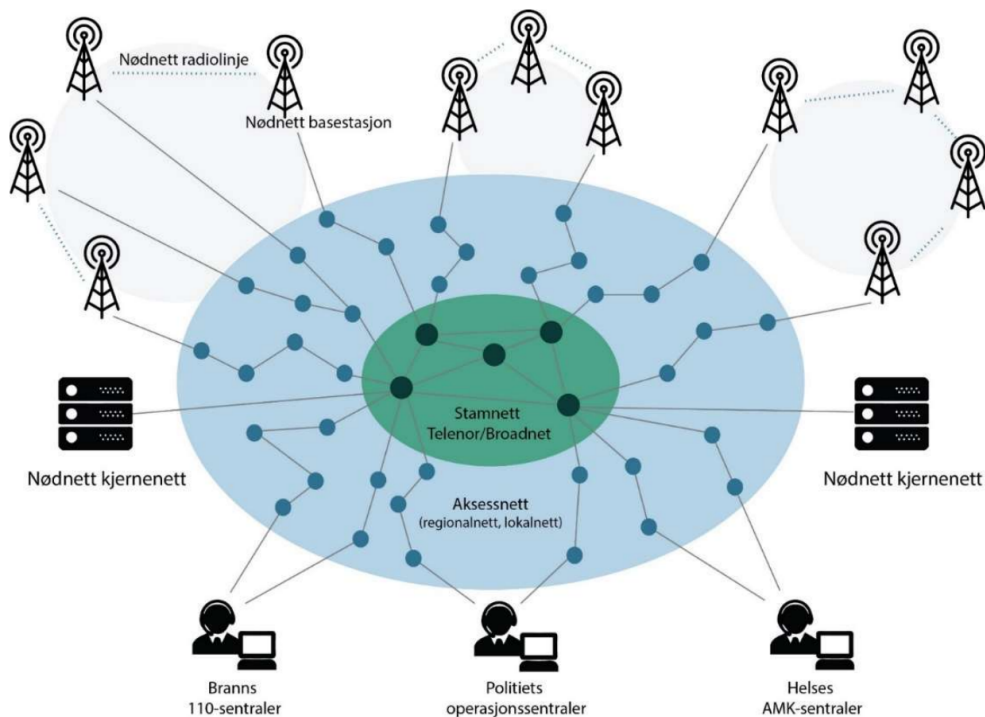
Driften av systemet er satt ut til Motorola Solutions som hovedleverandør, hvor de bærer ansvaret for å vedlikehold og drift av både kjernenett, basestasjoner og transmisjonslinjer. For å løse dette oppdraget benytter de en rekke underleverandører, eksempelvis leveres transmisjonslinjene i stor grad av Telenor og GlobalConnect (DSB, 2019c, s. 8).

5.6.1 Kommunikasjonsinfrastruktur, dekning og kapasitet

Basestasjonene i Nødnett er i 93 % av tilfellene samlokalisert med andre, i eksisterende infrastruktur. Resterende 7 % er bygget for Nødnett (Direktoratet for Nødkommunikasjon, 2017). Basestasjonene er bygget i ringstrukturer, som består av maksimalt ni basestasjoner i hver ring. Nødnett anvender egne radiolinjer på 85 % av aksessene, hvor resterende 15 % er sammenkoblet ved bruk av leide fiber, kobberlinjer eller radiolinjer (DSB, 2019c, s. 9).

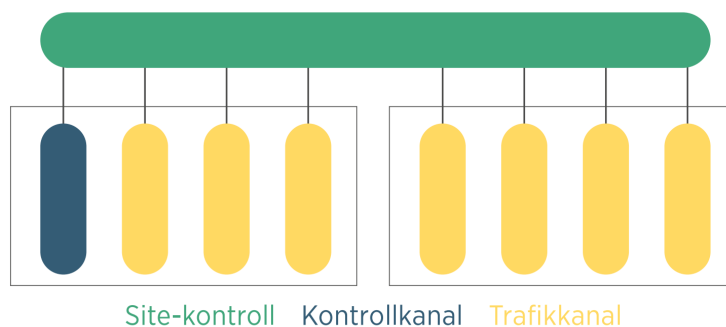
Informanten fra DSB forteller at da Stortinget vedtok å bygge Nødnett ved vedtak i 2006 og 2011, var dette med en forutsetning om å anvende eksisterende teleinfrastruktur. Variabel reservestrøm og re-rutings alternativer på leide linjer påvirker robustheten til Nødnett. Årsaken er at det ikke er stilt samme krav til reservestrøm i de leide linjene inn mot kjernenettverket, som på basestasjonene. Aksessene som leveres fra Telenor er av typen som heter “digital punkt til punkt”, som er et produkt som leverer dedikert båndbredde hele døgnet, med en tilgjengelighet på >99,95 % pr samband/år. (DSB, personlig kommunikasjon, 12.april 2021). Alle basestasjoner i Nødnettet har minimum åtte timer reservestrøm. Flere basestasjoner har ytterligere krav, hvor 18 % av basestasjonene har 20 timer, 16 % har 48 timer og 1 % har 72 timer (DSB, 2019b). Radiolinjene som danner ringstrukturen, på samme lokasjon som basestasjonene, har tilgang på samme reservestrømskapasitet. Leide transmisjonslinjer kobles til reservestrømskapasiteten der hvor Nødnett er på samme lokasjon med basestasjon. Dette gjelder ikke på lokasjoner hvor denne leverandøren leverer til flere tilbydere på samme lokasjon (DSB, personlig kommunikasjon, 12.april 2021).

Forbindelsen mellom sentrale systemer i Nødnett og endepunktet på selve ringstrukturen, ligger i Telenor og Broadnet sitt kjernenettverk, som vist i figur 12. Denne delen har god robusthet med mange alternativer for re-ruting og høy grad av nødstrømskapasitet. Man har så langt det er mulig forsøkt å skape redundans i form av flere re-rutingsveier. Videre har man forsøkt å få fysisk adskilte linjer ut fra sentrale systemer og fysisk adskilte linjer til endepunktet på ringstrukturen. Dette har vært viktige tiltak for å redusere sannsynligheten for utfall (DSB, personlig kommunikasjon, 12.april 2021).



Figur 12: Konseptskisse av nettverksinfrastruktur i Nødnett (Høiseth, 2019).

Når basestasjonene starter opp på reservestrømbatterier, er det mulig å redusere kapasiteten på basestasjonene for å øke den totale opptiden på sambandet (DSB, 2019d). Ved et lengre strømbrudd i et område er man avhengig av reservestrømkapasitet på alle nettverksenheter som leverer forbindelse i en av føringsveiene inn til kjernenettverket. Dette betyr at alle nødvendige nettverkskomponenter i en av to føringsveier må minimum ha 8 timer reservestrøm, for å oppnå redundans mot strømbrudd. Hvis basestasjonene har 20, 48 eller 72 timer, må reservestrømkapasiteten i føringsveiene styrkes tilsvarende for å opprettholde nettverksforbindelsen til kjernenettverket ved et omfattende strømbrudd (DNK, 2014).



Figur 13: Kapasitet med minimum to baseradioer på hver lokasjon (DSB, 2019c, s. 13).

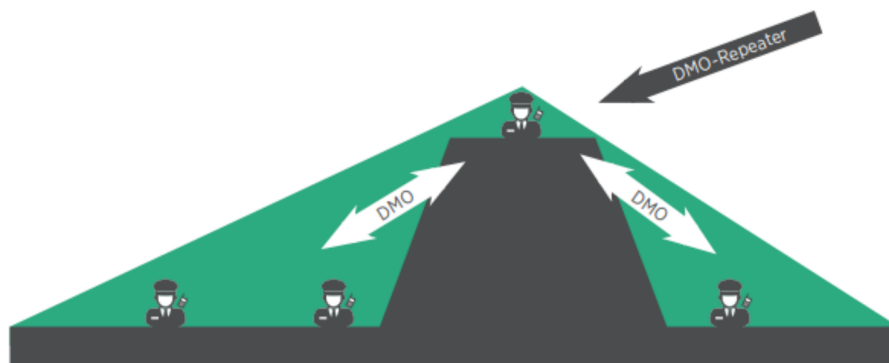
Hver basestasjon i Nødnett har minimum to baseradioer. Her er det totalt åtte tidsluker, hvor en er avsatt som kontrollkanal, slik den blå kanalen i figur 13 viser. I praksis betyr dette at totalt syv radioterminaler kan prate eller lytte til syv ulike talegrupper med trafikk samtidig, uten at det blir sperre i nettverket på denne basestasjonen, slik de gule kanalen. Talegruppene er programmert på radioen etter tjenstlig behov. Hvem som skal benytte de ulike talegruppene og når de skal benyttes er styrt gjennom sambandsreglementene og planverkene til de ulike aktørene som anvender Nødnett (DSB, 2019c, s. 33). En telefonsamtale gjennom telefonigateway tar en tidsluke så lenge samtalen pågår. Flere radioterminaler kan lytte til den samme talegruppen uten at dette bruker flere tidsluker. Avhengig av behovet er det montert tre, fire eller maksimalt fem baseradioer tilknyttet en basestasjon, hvor en ytterligere basestasjon gir fire nye tidsluker som kan benyttes til talegrupper og telefoni (DSB, 2019c, s. 13)

I tillegg til talekommunikasjon, har Nødnett en mulighet for overføring av data på inntil 12 kbit/s, noe som gjør det mulig å sende tekstmeldinger, utalarmeringer, posisjon fra innebygget GPS og måledata. Tekstmeldinger kan sendes på tvers av både radioterminaler og kontrollrom. Denne funksjonaliteten muliggjør både kvittering på mottak av melding, samt mellomlagring av meldinger, slik at meldinger distribueres når en terminal kommer tilbake på nettverket. Kontrollrom har også muligheten til å sende meldinger til deltakere av en talegruppe (DSB, 2019c, s. 20). Terminaler kan ha aktivert en tilleggsfunksjon som gir tillatelse til å gjennomføre tradisjonelle telefonsamtaler gjennom radioen. Bruken av slike en-til-en samtaler, bør derimot begrenset ved større hendelser på et geografisk område, da dette binder kapasitet på en trafikkanal (DSB, 2017).

Nødnettet er primært bygget for utendørsdekning, selv om det mange steder fungerer innendørs. Utfordringene oppstår spesielt under første etasje på bygninger, herunder av signaltap. Den faste infrastrukturen i Nødnett har en dekning på 86 prosent av hele fastlands-Norge, noe som resulterer i en tilnærmet befolkningsdekning på 100 prosent utendørs. 17 prosent av Norge er definert som vernede områder, hvor det er utfordrende å få etablert fast dekning grunnet avgjørelse om å ikke bygge nye basestasjoner eller master for Nødnett i disse områdene. I de tilfellene hvor det er helt ansettes som helt nødvendig, må det vurderes i enkelttilfeller (JD, 2011).

5.6.2 Bruk av Nødnett uten forbindelse til sentral infrastruktur

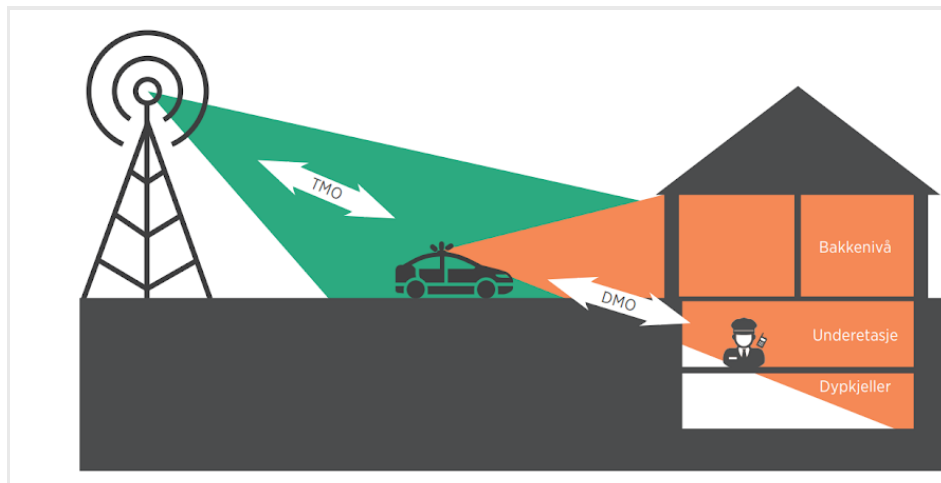
Ved mangel på basestasjoner eller kapasitet i nettverket, kan brukeren av Nødnett velge å plassere radioen i en modus som heter Direct Mode Operation (DMO). Denne modusen fjerner radioen fra “Trunked Mode Operation” (TMO), noe som betyr at radioen kobles fra den sentrale infrastrukturen, slik at den kan opprette direkte forbindelse til andre radioer i DMO. I denne modusen overføres de elektromagnetiske bølgene fra brukerterminal til brukerterminal, så lenge mottakeren er innenfor rekkevidden av avsenderen. Dette uten å benytte en basestasjon som videreformidler informasjonen, over nettverket til Nødnett (DSB, 2019c, s. 21).



Figur 14: Konsept for DMO-repeater (DSB, 2019c, s. 23)

Om rekkevidden blir for kort fra brukerterminal til brukerterminal i DMO-modus, kan man iverksette bruken av en DMO-repeater som plasseres strategisk i terrenget for å gi sambandsdekning i et ønsket område. Når man kommuniserer med en repeater vil radioen repetere talemeldingen ut til alle terminaler i samme modus, som er innenfor rekkevidden til denne repeateren, slik som figur 14 viser (DSB, 2019c, s. 23).

I de tilfellene hvor man mangler radiosamband i operasjonsområdet, men det eksisterer dekning fra en basestasjon i nærområdet, kan det anvendes en spesialterminal som har en gateway-funksjon som gjør det mulig å utvide dekningen til denne basestasjonen. Dette gjøres ved at trafikk fra DMO og TMO knyttes sammen, slik som figur 15 viser. Et spesifikt eksempel på dette kan være bruk av gateway-terminaler utenfor bygninger, hvor man antar at det er dårlig radiodekning innendørs (DSB, 2019c, s. 22).



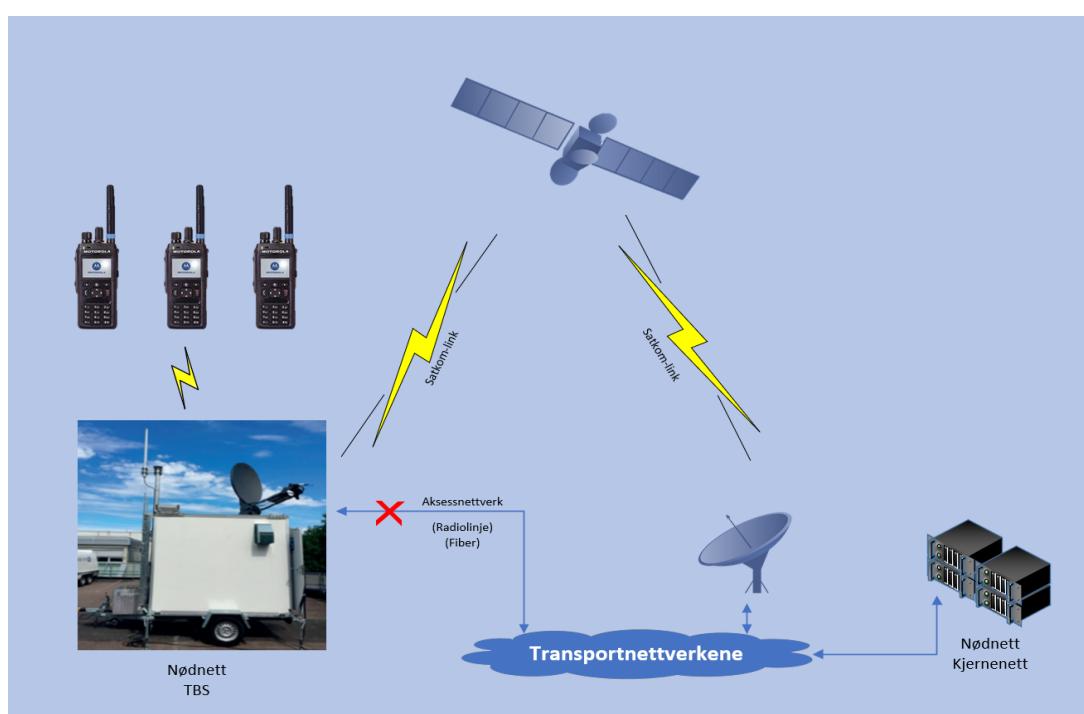
Figur 15: Gatewayfunksjon mellom TMO og DMO (DSB, 2019c, s. 22).

Denne gateway funksjonaliteten fungerer ikke som en repeater, noe som vil si at den ikke videregir informasjonen ut på samme DMO-nettverk. Det betyr at alle at alle operatører i DMO-modus må være innenfor direkte radiodekning til hverandre, for å kunne lytte til hva som kommuniseres på den spesifikke kanalen (DSB, 2019c, s. 22).

Basestasjoner som har 48 timer reservestrom, har aktivert en funksjonalitet som heter ‘‘Local Site Trunking’’ (LST), noe som medfører at basestasjonen fortsetter å motta og sende etter at den mister forbindelsen med den sentrale infrastrukturen. I et slikt tilfelle kommuniserer basestasjonen kun med de som er innenfor rekkevidden til de elektromagnetiske bølgene til denne LST-radioen. I praksis betyr dette at personellet i et operasjonsområde innenfor rekkevidde av denne basestasjonen vil kunne kommunisere med hverandre. De vil derimot ikke kunne ta forbindelse med ressurser eller operasjonssentraler som ligger utenfor rekkevidden til de elektromagnetiske bølgene fra denne basestasjonen. Den enkelte brukerorganisasjon velger selv om radioterminalene skal være programmert for å benytte seg av LST-funksjonaliteten. Basestasjonene som skal benytte denne funksjonaliteten må ha dette forhåndsprogrammert (DSB, 2019c, s. 13).

5.6.3 Transportable basestasjoner for Nødnett

I tillegg til den faste infrastrukturen i Nødnett eksisterer det syv transportable basestasjoner i Norge, som kan utplasseres ved behov for midlertidig dekning i et område (DSB, 2016a). Basestasjonene lagres og transporteres ut av Sivilforsvarets mobile forsterkningsenheter som er lokalisert i Kristiansand, Bergen, Trondheim, Bodø, Tromsø og Kirkenes (Politidirektoratet, 2020, s. 85). Basestasjonene er etablert på en tilhengervogn som kan transporteres inn i et ønsket område ved bruk av bil eller helikopter. Vognen er ikke avhengig av tilgang på strømnettverket, ettersom at det er montert aggregat og batterier. Herunder må den kun etterforsynes av drivstoff for å driftes over lengre tid (DSB 2019c)

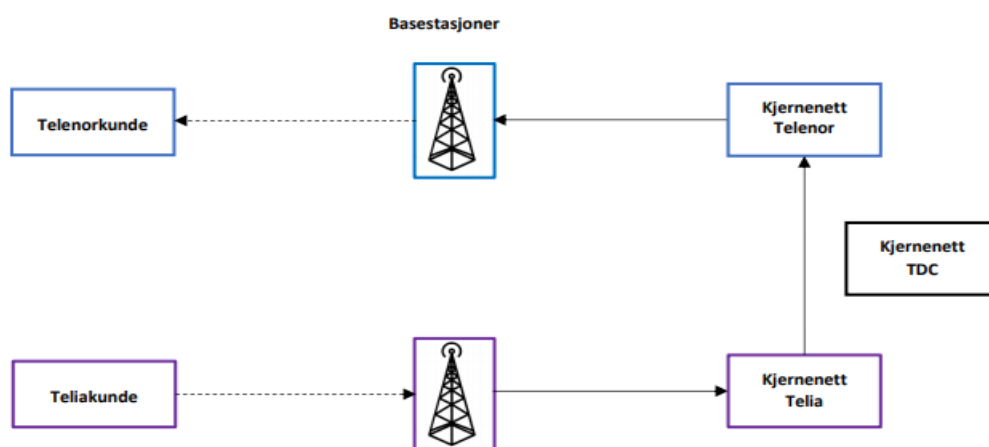


Figur 16: Transportabel basestasjon i Nødnett, med bruk av satellittforbindelse

De fleste av disse basestasjonene er oppsatt med utstyr for å oppnå en satellittforbindelse, når man ikke har fysisk tilgang på det lokale aksessnettverket ved bruk av fiber eller radiolinje (DSB, 2019c). For å overføre informasjon til og fra Nødnettbasestasjonen inn mot kjernenettverket over en satellittforbindelse, må den transportable modulen ha en egen radio som oppretter forbindelse med satellitten. Satellitten overfører deretter informasjonen til en ankerstasjon på jorden, som videre sender informasjon til og fra kjernenettverket (FFI, 2016, s. 6-7). Figur 16 viser hvordan denne informasjonsflyten foregår på et overordnet nivå.

5.7 Mobilnettverkene

I Norge er det tre mobilnettverksoperatører, herunder selskapene Telenor, Telia og Ice. Disse har nødvendige tillatelser, utstyr og infrastruktur til å tilby mobiltjenester. Dette inkluderer tillatelser til å benytte de aktuelle frekvensene i det elektromagnetiske spekteret. Videre er nettverk med tilhørende utstyr som antenner, antennemaster, radioer, reservestrøm, bygningsinfrastruktur, transmisjonslinjer, rutere, svitsjer og servere (Nkom, 2020a). For at en mobiltelefon med tilhørende abonnement og tekniske spesifikasjoner skal kunne kommunisere over 2G, 4G eller 5G må det være en basestasjon med tilsvarende teknologi i nærheten. Denne basestasjonen må kunne lese de elektromagnetiske signalene som sendes fra mobiltelefonen, uten at det er for mye støy eller tap på signalet. På lik linje må basestasjonen kunne kommunisere tilbake til mobiltelefonen (CRNA, 2021; Sharma, Sharma & Gupta, 2016).



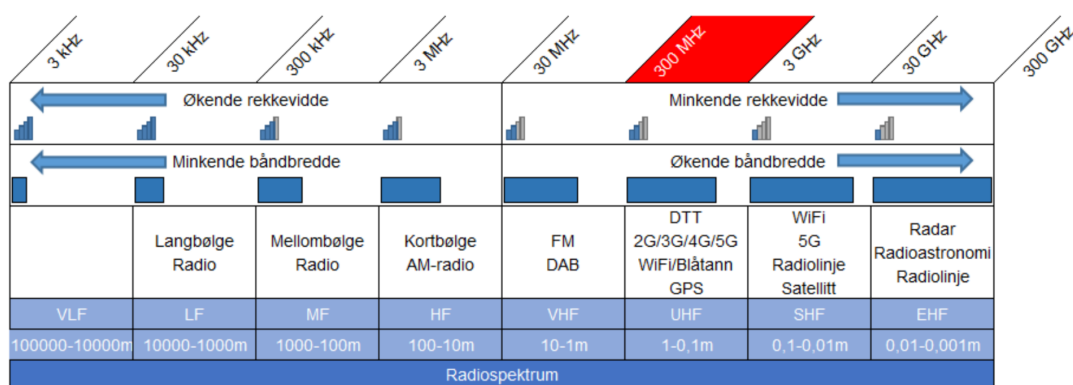
Figur 17: Modifisert og forenklet illustrasjon av en telefonsamtale mellom en Telia og Telenor kunde (Konkurransetilsynet, 2018)

Bildet i figur 17 viser en simplifisert forklaring av hvordan informasjonen flyter mellom to kunder som henholdsvis benytter nettverkene til Telia og Telenor. Legg merke til at det er dette er overordnet forklaring og at det er store tekniske forskjeller på 2G, 4G og 5G teknologi. Som hovedregel kan man si at mobilnettverkene har en sentralisert arkitektur, hvor informasjonen som overføres må gjennom sentral infrastruktur i nettverket, før den når en annen mobiltelefon eller tjener på internett (CRNA, 2021).

Telia og Telenor har en rekke virtuelle mobilnettoperatører og tjenesteleverandører. Forskjellen på disse er at de virtuelle mobilnettverksoperatørene leier tilgang til å benytte basestasjonene til en av mobilnettverksoperatørene, men de har egne systemer for å overføre samtaler eller andre mobiltjenester mellom andre mobiloperatører. (Konkurransetilsynet, 2018). Tjenesteleverandører, eller også kalt for videreselgere, leier hele denne verdikjeden for å produsere mobiltjenester, enten av en vanlig eller virtuell mobilnettverksoperatør. I praksis har ingen av disse egen infrastruktur for radionett. Dette er årsaken til at det er mange leverandører av mobilabonnementer i Norge, selv om det bare er tre leverandører med eget radioaksessnettverk. Ice kjøper nasjonal gjesting hos Telia, i tillegg til å være en mobilnettverksoperatør i Norge. I praksis betyr dette at mobiltelefoner med abonnement fra Ice kan benytte Telia sine basestasjoner, der hvor Ice ikke har dekning. Nkom viser til at det primært er datatrafikk som tilbys av Ice, men at taletelefoni og SMS produseres nettverket til Telia (Nkom, 2020e). Sett fra et grossistnivå har Telenor 51 % av mobilabonnementene, videre har Telia 40 % og resterende 9 % har Ice. Ser man videre på den totale mengden datatrafikk går omtrentlig 55 % i nettverket til Telenor, 41 % hos Telia og 4 % hos Ice (Nkom, 2020a, s. 3).

Ofte leier disse mobilnettverksoperatørene passiv infrastruktur for telekommunikasjon, hvor det forekommer samlokalisering i felles infrastruktur for basestasjoner (Post og teletilsynet, 2013; KMD, 2021). Dette kan for eksempel bety at Telia leier innplassering av sitt utstyr, i en mast og bygningsinfrastruktur som er eid av Telenor Infra. Fra basestasjonen til kjernenettverket, forekommer det også leie av transmisjonslinjer som eksempelvis fiber (Jernbanedirektoratet, 2020; KMD, 2021). Muligheten for samlokalisering er kostnadsbesparende og reduserer terskelen for at nye aktører kan etablere seg. Prinsipielt er bransjen positive til samlokalisering på denne måten, ettersom at dette gjør at den enkelte aktør ikke trenger å etablere egen infrastruktur i nærheten av hverandre. Dette markedet er regulert, herunder pålegges eksempelvis Telenor å tilby samlokalisering med kostnadsorienterte priser til sine konkurrenter. Telia og Bane NOR er andre eksempler på tilbydere av samlokalisering (Jernbanedirektoratet, 2020; KMD, 2021).

Basestasjonene får kun anvende tildelte frekvenser i det elektromagnetiske spekteret Ekomloven (2003, §6-2) . Antallet tilgjengelige frekvenser i et område er en begrenset naturressurs. De ulike frekvensbåndene som benyttes anvendes av ulike teknologier som 2G, 4G og 5G, da etter tildelt båndbredde til den enkelte mobilnettoperatør (Nkom, 2020d).



Figur 18 - Anvendelse av radiospektrum (Nkom, 2020d, s. 7)

Slik som figur 18 viser, kan man si at de høyere frekvensene muliggjør overføring av større mengder data, grunnet økende tilgang på båndbredde (Nkom, 2020d). “Ultra High Frequency-båndet” er et frekvensområde som har en god balanse mellom tilgjengelig båndbredde og gode propagasjonsegenskaper på radiobølgene, sett opp mot nødvendige tjenester i samfunnet (Nkom, 2020d, s. 7). På nåværende tidspunkt anvendes det frekvenser i båndene mellom 450MHz til 3,7GHz til teknologier som 2G, 4G og 5G (Nkom, 2020d, s. 12).

De ulike mobilteknologiene, herunder 2G, 4G og 5G som er aktuelle i Norge, har store teknologiske forskjeller. De ulike versjonene av disse teknologiene har også ulik funksjonalitet, noe som ikke kommer til å spesifiseres i denne studien (GSM Association, 2019). Den eldste teknologien med 2G er tiltenkt å være i drift frem til 2026 i Norge (Fossen, 2014). Dette er en eldre teknologi var bygget med behovet for taleorienterte tjenester, selv om 2G teknologien typisk gir opptil 220 kbit/s nedlastingshastighet og 100 kbit/s møter ikke dette behovet for mange mobilbrukere i dag. 4G+ teknologien er derimot dataorientert, hvor man kan få opptil 220 Mbit/s nedlastingshastighet og 35MBit/s opplastinghastighet (Telia, u.å.). Målt median nedlastingshastighet var i 2020 på 24,9 Mbit/s i Telenors nett og 21,1 Mbit/s hos Telia, hvor målt median opplastinghastighet var 16,5 Mbit/s i Telenors nett og 13,4 Mbit/s i Telias nett (CRNA, 2021, s. 22-23). Når 5G er utbygd kan man få enda høyere hastigheter på datatrafikken, lavere tidsforsinkelse, mindre batteribruk på enheter og en rekke andre funksjoner som eksempelvis skivedelte nettverk. Sistnevnte gjør at man gjennom virtualisering av det samme fysiske 5G nettverket, kan levere skreddersydde nettverk til forskjellige aktører, med ulikt behov (GSMA, 2019).

5.7.1 Krav til reservestrøm og gjenoppretting

Nkom forteller i intervjuet at hensikten med tiltaket om reservestrøm i mobilnettverkene er å sikre en forutberegnelighet og trygghet ved strømbrydd. Dette for at brukerne skal få et tilstrekkelig mulighetsrom til å varsle, kommunisere og innrette seg.

I dekningsområder som omfatter tettsteder med flere enn 20 000 innbyggere og for dekningsområder som dekker riksveier eller næringsvirksomheter uten fast bosetting skal reservestrømkapasiteten være minst to timer for mobilnettverkene til Telenor, Telia og Ice. I tettsteder med mindre enn 20 000 innbyggere, samt distriktsområder med fast bosetting eller næringsvirksomhet, så er kravet minimum til gjennomsnittlig reservestrømkapasitet på fire timer. Minstekravet settes derimot til to timer. I praksis betyr dette at tilbyderne kan velge å utplassere reservestrømkapasitet ned mot to timer i byer, tettsteder og områder med mindre enn 20 000 innbyggere, dersom tilbyderens risikovurdering tilsier dette. Dette medfører at man må kompensere med høyere kapasitet i områder med økt risiko (SD, 2015). Årsaken til at det kun er krav om to timer i tettsteder av et visst omfang, er at vurderingene tilsier en lavere risiko for strømutfall. Samtidig finnes det også bedre ressurser for gjenoppretting av feil på strømmettet i disse områdene, sammenliknet med spredtbygde strøk (Post- og teletilsynet, 2013). Dette er bestemt gjennom et vedtak som gjennomføres i perioden fra 2014 til 2022. Gjennomsnittet på fire timer gjelder kun for basestasjoner som bidrar til å opprettholde tjenesten med tale, SMS og grunnleggende datakapasitet, noe som vil bety at basestasjoner som dekkes med tilstrekkelig overlappende dekning og nødvendig funksjonalitet av andre basestasjoner fra samme leverandør, ikke har krav om reservestrøm. Kravene som er stilt for basestasjoner, gjelder også innover i transmisjonsnettverket (SD, 2015). Ved et utfall av kun en basestasjon i bynære områder, vurderes det til å være sannsynlig at basestasjoner med overlappende dekning kan ta over dekningsområdet, slik at en sluttbruker ikke blir uten mobilnett. Årsaken er at man har etablert ytterligere basestasjoner for å møte behovet for kapasitet, med mange sluttbrukere i slike områder (KMD, 2021, s. 151).

Under intervjuet med Telia forklares det at de fleste basestasjoner er klargjort for å benytte aggregat ved utfall, men utfordringen er at det flere steder er vanskelig å komme til. Da eksempelvis i større byer og tettsteder hvor basestasjonen står utplassert på taket av et bygg. Herunder må operatørene tenke løsninger ved hvert enkelt scenario.

Ved større hendelser i Agder, forteller Telia at det etableres et tverrfaglig forum med viktige samarbeidsaktører. Herunder med statsforvalter, kommunene, Telia og Telenor. I slike sammenhenger har mobilnettverksoperatørene fått mulighet til å komme med innspill på hvilken del av infrastrukturen som burde prioriteres, med tanke på gjenoppbygging av mobildekning i spesifikke områder. Det kreves imidlertid at hendelsen overgår en terskelverdi, før dette forumet etableres. Herunder ble ikke forumet etablert under hendelsen i Sirdal. Denne måten å arbeide på, håper Telia å få til i flere fylker og kommuner, ettersom at de anser det som svært nyttig å ha et forum med alle involverte under en uønsket hendelse.

5.7.2 Programmet “Forsterket Ekom”

Programmet “forsterket ekom” er et statlig finansiert prosjekt, som har en målsetning om å gi lokal kriseledelse og deler av befolkningen mobildekning i et prioritert område, selv ved langvarige strømbrudd. Basestasjonene til Telia, Telenor og Ice er utstyrt med faste nødstrømsaggregater eller batteribanker som sikrer drift i minimum tre døgn. Videre er disse basestasjonene etablert med doble føringsveier, slik at ett enkelt brudd i transmisjonsnettet ikke skal føre til bortfall. (Telenor Infra, u. å).

Roland (2018) beskriver at resultatmålet for programmet er å “etablere minimum ett område i alle landets kommuner med «forsterket ekom» for at lokal kriseledelse, samt den øvrige befolkningen, skal ha ett sted i nærområdet der de kan bruke egen mobiltelefon for å gi og motta beskjeder ved et langvarig strømutfall”. Informantene i Nkom bekrefter at transmisjonsnettverket til disse basestasjonene, sikres med tilsvarende kapasitet for reservestrøm. Videre forklarer de at Nødnett ikke er prioritert i programmet, men der hvor de er samlokalisert utnyttes den totale ressursen (Nkom, 2021). Så langt har programmet forsterket 64 kommuner (Nkom, 2021). Basert på søk i åpne kilder, har vi ikke klart å finne dekningsområdet til disse basestasjonene.

Programmet er et samarbeid mellom Nkom, DSB, Statsforvalterne, Telenor, Telia og Ice. Bakgrunnen for programmet er blant annet erfaringene fra det omfattende utfallet av strøm og kommunikasjon under ekstremværet Dagmar i 2011 (Telenor Infra, u. å). De sårbare kommunene prioriteres først, herunder har hovedvekten av midlene gått til forsterkning av kommuner i Nord-Norge og på Vestlandet. Det endelige målet er å forsterke robustheten til mobilnettverket i alle kommuner i Norge (Regjeringen.no, 2020)

5.7.3 Etablering av midlertidige basestasjoner i mobilnettverket

Det finnes 72 transportable basestasjoner for mobilnettverk i Norge, hvor 15 av disse er finansiert av myndighetene. Basestasjonene som ikke er finansiert av myndighetene benyttes til større arrangementer hvor det er midlertidig behov for økt kapasitet og dekning. Videre benyttes de til å opprettholde tilgjengeligheten på mobilnettverket ved utførelse av planlagt arbeid, hvor arbeidet krever at den ordinære basestasjonen settes midlertidig ut av drift (Nkom, 2019).

Utstyrsnivået på disse transportable basestasjonene varierer. Noen har tilhørende aggregat for å kunne fungere uten tilgang på strømnettverket, andre krever tilførsel av et mobilt aggregat i tillegg. Når det kommer til løsninger for transmisjon, har enkelte utstyr for å benytte både radiolinje og fiber, andre har kun muligheter for bruk av fiber, med mindre de tilføres ekstra materiell. Noen av stasjonene har festemekanismer, slik at de kan transporteres ved bruk av helikopter. For denne typen basestasjoner forteller rapporten fra Nkom at erfaringen fra operatørene er at det tar mellom 3 til 24 timer å klargjøre slike stasjoner, etter at de er plassert på ønsket lokasjon (Nkom, 2019).

Når det kommer til basestasjonene som er finansiert av myndighetene, benyttes disse primært til krise og beredskapssituasjoner. Herunder kan Nkom utarbeide krav til disponeringen av disse basestasjonene. Nkom har en egen database hvor de har oversikt over beredskapsutstyr som er finansiert av myndighetene i denne sammenheng. Eksempelvis har de oversikt over status og lokasjon på disse basestasjonene. Videre har de utstyr som fiberkabler, nødstrømsaggregater og radiolinjer (Nkom, 2019).

Nkom er kun kjent med to tilfeller hvor man har anvendt slike mobile basestasjoner i krise og beredskapssituasjoner. I begge tilfellene har de vært anvendt reaktivt under brannen i Lærdal i 2014 og et ekomutfall på Averøy i 2015. Rapporten *Etablering av midlertidig mobildekning ved utfall* av Nkom (2019) viser at det i svært liten grad blir anvendt slike basestasjoner som reaktive tiltak ved bortfall av mobilnett (Nkom, 2019).

Informanten fra Telia forteller at det krever en rekke forberedelser for bruken av en transportabel basestasjon. Herunder må det planlegges posisjonering av antenner, hvilken transmisjon som skal benyttes og videre en del konfigurering for å få basestasjonen tilkoblet transmisjonsnettverket. I denne forbindelse forteller de at en grov antagelse vil være at det tar

mellom 12 til 24 timer å etablere en transportabel basestasjon område uten dekning. Eksempelvis forteller de at de brukte 25 timer på å gjenopprette dekningen med denne typen materiell ved brannen i Lærdal sentrum. Ved jordraset i Jølster var det derimot ikke tilgang på transmisjon i området, noe som gjorde det vanskelig å iverksette bruken av en transportabel basestasjon i dette området (Telia, 2021).

Ved brannen på Averøy i 2013 måtte den transportable basestasjonen til Telia fraktes ut ved bruk av helikopter. Den transportable basestasjonen var alt for tung, sett i forhold til løftekapasiteten for helikopteret. For å løse dette ble vognen delvis demontert, hvor det ble totalt tre turer frem og tilbake til øyen med vogn, utstyr og aggregat (Telia, 2021).

Informanten fra Telia forteller at de ikke kan benytte en hvilken som helst kommersiell fiber for å tilkoble en mobil basestasjon. De forteller også at de har heller ikke klart å anvende satellittforbindelse for basestasjonene, grunnet for store tidsforsinkelser. Dette betyr at de må hente nettverkstilgang fra en lokasjon som fortsatt har tilgang på Telia sitt nettverk. I praksis betyr dette at man må etablere midlertidige radiolinjeskudd fra en slik lokasjon, noe som medfører at man gjerne må opp flere radiolinjehopp for å etablere forbindelsen. Antall radiolinjehopp vil være avhengig av avstanden og terrenget mellom den såkalte donoren og den midlertidige basestasjonen.

5.8 Bruk av droner eller satellitter med basestasjoner

I 2019 fikk Nkom og det norske fagmiljøet for ekom og beredskap et oppdrag fra kommunal- og moderniseringsdepartementet. Hensikten var å vurdere om det finnes eller er teknologi under utvikling, som kan bidra til rask reetablering av mobildekning ved utfall (Regjeringen, 2019). En av vurderingene til Nkom (2019) var “at utviklingen innenfor lavbane bredbåndssatellitter vil kunne gi nye muligheter, og bidra betydelig i positiv retning, men også droneteknologi og dynamiske bredbåndsløsninger kan etablere transmisjon til transportable basestasjoner.”

Den teknologiske utviklingen er i hurtig endring og med bakgrunn i disse vurderingene, ønsket vi å gjøre våre egne analyser, basert på oppdatert innovasjon og forskning. Dette for å se hvorvidt den teknologiske utviklingen har påvirket hvorvidt droner og satellitter styrke tilgjengeligheten på Nødnett og mobilnett ved strøm- og transmisjonsbrudd.

5.8.1 Eksempler på forskning og utvikling i Norge

For å opprette mobildekning ved bruk av en drone over et område, må det benyttes en eller flere radioforbindelser, som kommuniserer med nødvendig infrastruktur på bakken. Dataforbindelsen må ha tilstrekkelig kapasitet på uplink og downlink, samtidig som at linkene fyller krav til forsinkelse og kvalitet på dataoverføringen. Uplink og downlink handler altså om evnen til opplasting og nedlasting av data. Da sett i forhold til teknologien som er tenkt anvendt på dronen. Kapasitet på uplink og downlink referer til opplastings- og nedlastingshastighet (Zeng, Wu & Zhang, 2019). Om dronen skal levere grunnleggende funksjonalitet som eksempelvis taletelefoni og SMS over 4G, krever dette lite av downlink og uplink kapasiteten, men kapasitetsbehovet øker med antallet brukere som tilkobles og benytter basestasjonen på dronen. Hvis man også ser for seg at dronen skal kunne anvendes til søk og redningsaksjoner, med bruk av kameraovervåkning, krever dette typisk 300 Kbps downlink og 6 Mbps uplink. Nyttelasten i form av kamerateknologi og mobilbasestasjoner ombord i dronen, er dermed direkte avhengig av egenskapene til radioforbindelsen mellom dronen og infrastruktur på bakken. Samtidig som at dronen må ha tilstrekkelig dataforbindelse for nyttelasten, må den også ha en sikker, hurtig og pålitelig forbindelse for kontroll av selve dronen (Zeng et al., 2019, s. 2).

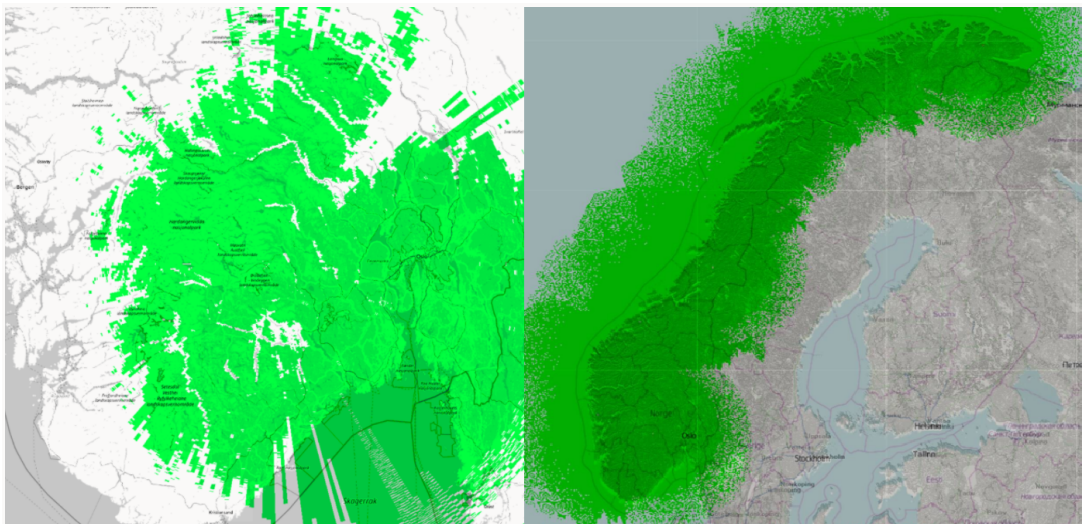


Figur 19: FX450 fra Robot Aviation (Eggemoen, u.å.)

Et godt eksempel på norsk utvikling i dette domenet, er første fasen av prosjektet kalt for “beredskapsdrone”. Prototypen ble testet på Svalbard i 2018 til 2019, hvor det ble benyttet en drone kalt for FX450 fra Robot Aviation. Dronen var utstyrt med en 4G basestasjon fra Telenor og en avansert kameraløsning (Robot Aviation, 2020).

Produktbeskrivelsen av dronen forteller at den har en rekkevidde på 2500 km og en utholdenhetstid på 20 timer. Totalt kan den bære 30 kilo med ekstrautstyr, som i denne sammenheng er radioutstyr og kamera (Robot Aviation, 2020).

Prosjektet var et samarbeid mellom Robot Aviation, Telenor og Andøya space center, med støtte fra Innovasjon Norge. Målsetningen var å demonstrere et system som kunne gi beslutningstakere og innsatspersonell en nødvendig situasjonsforståelse, ved en krisesituasjon på Svalbard eller i farvannet rundt. Resultatet var at partene mente at denne typen løsninger har et stort potensial som ressurs for kommunikasjonsberedskap og krisehåndtering i Norge (Robot Aviation, 2020). I 2020 søkte Robot Aviation om støtte fra staten for en ny fase av prosjektet, både i form av brukergrupper, krav og finansiering for å kunne utvikle et ferdig produkt for kommunikasjonsberedskap og krisehåndtering i Norge (Robot Aviation, 2020). Informanten fra Robot Aviation fortalte at de ved bruk av fem eksisterende flyplasser kan levere en nasjonal løsning for lokale bortfall av mobilkommunikasjon eller Nødnett. Ved hendelser som varer over tid, forteller de at flere droner kan benyttes, slik at en ny kan overta når den første må tilbake til en flyplass for å fylle drivstoff.



*Figur 20: Analyse av radiodekning fra bakkestasjon til dronen
(Radionor, personlig kommunikasjon, 1.mars 2021)*

En av utfordringene som må løses, er at basestasjonen ombord på dronen må kunne kommunisere tilbake til infrastrukturen i mobilnettverket. I denne forbindelse har vi vært i dialog med Radionor som leverer radioutstyr til Robot Aviation. Informanten fra denne leverandøren forteller at de kan gi nasjonal dekning i henhold til analysen til høyre i figur 20,

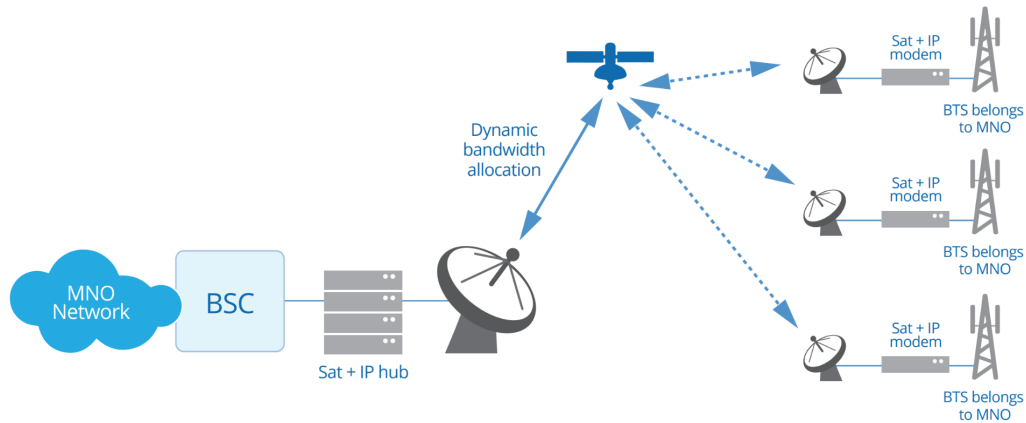
ved bruk av syv basestasjoner i Norge. Analysen tar høyde for at dronen flyr på 4572 m. Bildet til venstre i figuren viser en analyse av en basestasjon som er plassert på Gaustatoppen, hvor dronen den kommuniserer med har en flyhøyde på 600 m. De forteller at de kan levere en maksimal kapasitet 15 Mbps med muligheter for dynamisk konfigurering, hvor man for eksempel benytter 50 % som uplink og 50 % som downlink, hvor man oppfyller kvalitets- og forsinkelseskrav for 4G og 5G basestasjoner. Teknologien deres muliggjør kommunikasjonsforbindelser på over 200 km, som gjør at man forhåpentligvis er langt nok borte, til at strøm og nettverk ikke har falt ut her også.

Informanten fra Radionor forteller videre at selv om man reduserer til de mest nødvendige tjenestene som SMS og taletelefoni, kan det potensielt bli for mange brukere som automatisk prøver å koble seg til en basestasjon. Eksempelvis om man flyr over en by, under et utfall fra en mobilnettoperatør. Selv med styring av båndbredde til den enkelte abonnent, vil den enkelte forbindelse kreve en viss mengde minimumstrafikk for å koble abonnenten til nettverket.

Med bruk av proaktiv caching, kan man imidlertid levere mer i downlink til brukere på spesifikt innhold, dette ved at innholdet lastes ned og lagres lokalt på dronen, hvor informasjonen distribueres ut til brukerne over 4G, uten å belaste transmisjonsnettverket tilbake til kjernenettverket noe ytterligere (Zeng, Wu & Zhang, 2019, s. 38; Sarkissian, 2020, s. 2).

5.8.2 Bruk av satellitt som en del av transportnettverket

Selskapet Gilat viser i en rekke presentasjoner at de leverer transportnett for 4G gjennom satellitt til mobilnettoperatører i eksempelvis USA, Japan og Storbritannia. Deres løsninger kan gi en mobilbasestasjon en downlink på 200 Mbps og uplink på 100 Mbps (Gilat, 2020; Gilat, 2017; Gilat, 2016). En av kundene i Japan skriver at løsningen vil være en viktig del av kapabiliteten for å kunne håndtere kriser med utfall (Gilat, 2018). Et eksempel på en slik løsning er presentert i figur 21.



*Figur 21: Bruk av satellitt som del av transportnettverket for en mobilnettverksoperatør
(EMEA Satellite Operators Assosiation, u.å.)*

Mobilnettverksoperatøren EE i Storbritannia bruker denne løsningen med 4G over satellitt, som en viktig del for å forsterke robustheten i deres mobilnettverk. I figur 22 ser man at antennene til 4G basestasjonen løftes opp i masten, basestasjonen er videre tilkoblet en satellittforbindelse som en del av transportnettverket, gjennom bruk av parabolen som står på taket til kjøretøyet (Oren, 2020).



*Figur 22: Bilde av mobil basestasjon med bruk satellitt som en del av transportnettverket.
(Oren, 2020)*

Fremtidige Low Earth Orbit (LEO) satellitter, lavbanesattelitter, åpner nye muligheter for både 4G og 5G nettverk, med både tilstrekkelig kapasitet og lav tidsforsinkelse. Med bruk av 400 MHz i Ka-båndet vil det i teorien være mulig å levere 7.1 Gbps downlink og 7.6 Gbps uplink gjennom en satellittforbindelse. Går man eksempelvis ut ifra at en avsidesliggende basestasjon benytter 50 Mbps i gjennomsnitt, kan en slik forbindelse levere tilstrekkelig båndbredde til 140 basestasjoner. Forutsetningen er at man er innenfor dekkningen og har fri sikt til slike satellitter (Sedin, Feltrin & Lin, 2020).

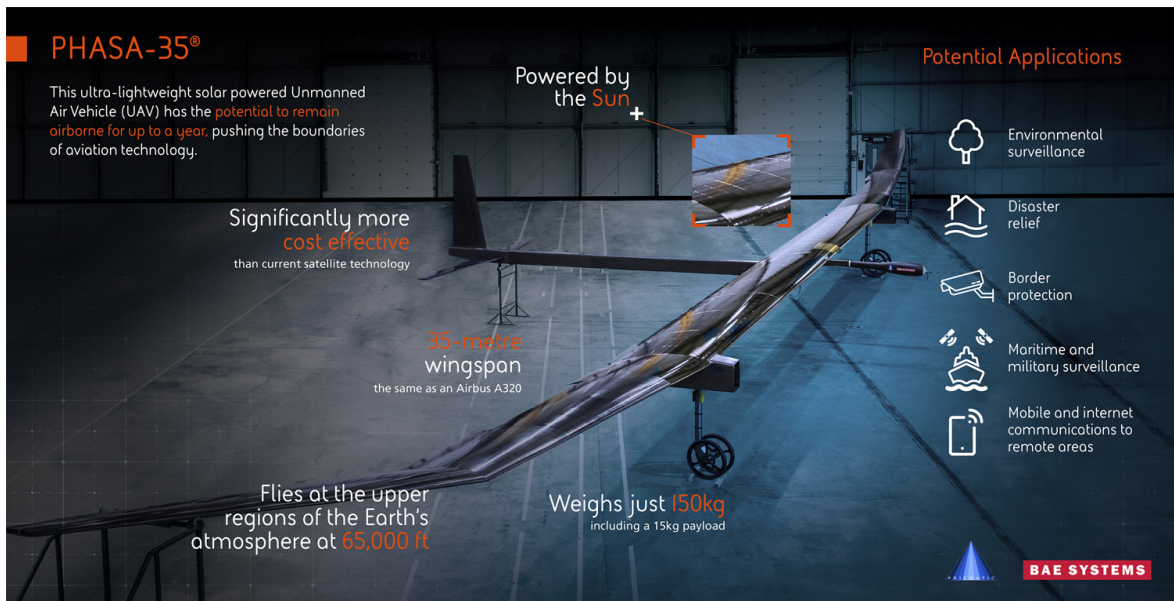
5.8.3 Utvikling av HAPS (High-altitude platform station) med 5G

Det gjennomføres noe arbeid med å spesifisere hvordan 5G-basestasjoner kan monteres direkte på lavbanesatellitter, noe som har potensiale til å øke dekningsområde og robusthet (KMD, 2021, s. 175). Samtidig ser vi at det utføres en rekke internasjonale prosjekter på HAPS som kan gjøre en liknende type jobb, med monterte basestasjoner. Noen av mange slike aktører er Stratobus fra Thales og Phasa-35 fra BAE systems and prismatic (Karabulut et al., 2021, s. 18).



Figur 23: Stratobus fra Thales (Thales, 2020)

Stratobus fra Thales er et luftskip som sikter på å kunne levere 5G til et område opptil 500 km i diameter. Luftskipet er 115 m langt og 34 m bredt, med en mulighet for å bære 450 kg. Med posisjonen på 20 km oppe i stratosfæren er målet at den skal kunne levere dekning til et område på opptil 500 km i diameter. Målet er at den skal kunne utføre et oppdrag i 5 år, med årlig vedlikehold (Karabulut et al., 2021, s. 18).



Figur 24: Phasa 35 fra BAE Systems (BAE Systems, u.å.)

Phasa-35 fra BAE system and prismatic skal også kunne levere mobildekning fra en høyde på 17-21 km. Da med et mål om at den skal klare å levere dekning på 400 km i diameter. Også denne skal kunne fly kontinuerlig i opptil et år, med en lastekapasitet på 15kg (Karabulut et al., 2021, s. 18).

6. Drøfting

I dette kapittelet vil funnene som ble presentert i forrige kapittel, bli drøftet sammen med teoribidragene som ble presentert i kapittel 3. Kapittelet er strukturert etter rekkefølgen forskningsspørsmålene ble presentert for å skape en systematisk oversikt. Først drøftes samfunnets behov for mobilnett og Nødnett for krisekommunikasjon, så vil vi videre drøfte hvordan dette behovet blir ivaretatt gjennom robusthet i mobilnett og Nødnett mot utfall som følge av strøm- og transmisjonsbrudd. Til slutt vil vi drøfte hvorvidt bruk av droner og satellitter kan styrke tilgjengeligheten i mobilnett og Nødnett ved strøm- og transmisjonsbrudd. Drøftingen vil lede frem til en konklusjon på problemstillingen som studien ønsker å svare på, som vil bli presentert i neste kapittel.

6.1 Hvilket behov har samfunnet for mobilnett og Nødnett for krisekommunikasjon?

Coombs (2019) beskriver krisekommunikasjon som selve livsnerven i krisehåndteringen, og at dersom behovet for krisekommunikasjon ikke blir møtt vil krisehåndteringen bli svekket. Figur 7 som vi har utviklet basert på CISA (2019) illustrerer fire funksjoner som, dersom de blir oppfylt, ivaretar samfunnets totale behov for krisekommunikasjon, og som vil tilrettelegge for effektiv krisehåndtering.

Hvordan kriseresponsen koordineres avhenger i stor grad av *befolkningens rapportering og assistansebehov*. Når krisen rammer er det vanligvis de rammede selv eller tilfeldig tilstedeværende som rapporterer inn om hendelsen - såkalte first responders (Kruke, 2015: Helsloot & Ruitenbergh, 2004). For å kunne gjøre dette er mobildekning essensielt, fordi dette gir direkte tilgang til nødetatene (Dreyer, 2014: Bjelland & Nakstad 2018). Dette gjør at behovet til first responders raskt blir registrert, vurdert og varsling eller formidling av kontakt med riktig ressurs blir igangsatt. I tillegg vil innringeren få relevant veiledning og råd. Dette kan ha stor betydning for konsekvensene for liv og helse ettersom det er first responders som utfører livreddende aktivitet i *den gylne timen* – tidsrommet før de profesjonelle beredskapsaktørene ankommer kriseområdet (Kruke, 2015). Gjennom mobilnettene er det også tilrettelagt for hørsels- og talehemmede gjennom SMS eller 1412 for forhåndsregistrerte brukere. Så lenge det er dekning fra én leverandør i området man befinner seg er det mulig å ringe 112 – denne funksjonen i mobilnettene skal sikre tilgjengelighet for alle til nødetatene (Nkom, 2020c). Funksjoner i mobilnettene kan styrke rapporteringen fra befolkningen

gjennom GPS, WiFi og mobilbasestasjoner som deler posisjonen til innringeren til nødmeldesentralen. I empirien ble det vist til eksempler fra terroren 22.juli 2011. Som eksempel på hvordan befolkningens rapportering bidrar til effektiv krisehåndtering kan det trekkes frem at de tok under to minutter fra eksplosjonene i regjeringskvartalet til nødetatene ble varslet, og under ti minutter før alle tre involverte politidistrikter hadde blitt informert av befolkningen om skytingen på Utøya (NOU 2012:14, s. 21-22 og 27-28).

Mobilnett og Nødnett bidrar til effektiv krisehåndtering gjennom systemer for *aktørers respons og hendelseskoordinering*. I henhold til Boin et al. (2016) avhenger hvor vellykket en krisehåndtering er av hvorvidt kriseledelsen lykkes med å forstå krisen, å fatte beslutninger basert på denne forståelsen og hvorvidt de lykkes i å skape mening og aksept for beslutningene som blir fattet. Dette vil si at situasjonsforståelse bør være så god som mulig ettersom den beslutningen for videre håndteringen gjøres på bakgrunn av situasjonsforståelsen. Effektivitet i krisehåndtering lenket vi opp til kapasitet og gjennomføringstid i henhold til Njå et al. (2020), og viser til at krisehåndteringen imøtekommer målet om gjenoppretting av ny normaltilstand, få kontroll på farene som har manifestert seg og redusere konsekvensene av krisen for verdier som liv og helse og miljø (Engen et al., 2016, s. 301). Krisehåndteringen i den akutte krisefasen håndteres av det operative- og det taktiskenivået. Nødmeldesentralen har mottatt melding og en hendelse varsles og informeres riktig instans for videre håndtering. Den operative ledelsen skal lede og påvirke krisehåndteringen mot et spesifikt mål, noe de gjør ved å skape oversikt, koordinerer tilgjengelige ressurser og samvirke på tvers av ulike aktører (Olsen & Eid, 2018, s. 334; Bjelland & Nakstad, 2018, s. 31). Behovet for en effektiv formidling av slik informasjon tydeliggjøres i 22.juli-rapporten. På daværende tidspunkt var ikke Nødnett landsdekkende og de involverte aktørene hadde ikke en felles plattform for å dele slik informasjon. Mangelen på en slik kommunikasjonsplattform hevder 22.juli-kommisjonen reduserte politiets respons betraktelig (NOU 2012:14, s. 142).

Det operative nivået er gjerne et operasjonsrom, og det at de befinner seg på et helt annet sted enn det taktiske nivået som befinner seg på kriseområdet eller skadestedet kan skape utfordringer fordi situasjonsforståelsen vil være ulik dersom kommunikasjonen er mangelfull. Mobilnett og Nødnett er systemer som imøtekommer behovet for krisekommunikasjonsplattformer som effektiviserer kommunikasjon mellom de ulike nivåene, som dermed legger til rette for effektiv krisehåndtering. Når mobildekningen og

Nødnett faller ut i kriser fører det til store utfordringer for kriseledelsen som skal ta kritiske beslutninger, særlig i den første tiden av en krise, som ofte er preget av stor grad av usikkerhet, manglende kontroll, tidspress og informasjonsutfordringer (Lunde, 2019; Hammervoll, 2013; Kruke, 2015). Det er vanligvis behov for flere aktørers respons i krisehåndtering. Trippelvarsling blir benyttet for å skape en felles situasjonsforståelse mellom de involverte responsaktørene (JD, 2019). Dette er en prosedyre hvor nødetatene og eventuelt HRS kan koordinere sin innsats. Nødnett har funksjoner som gjør det mulig for flere aktører å kommunisere via gruppesamtaler i talegrupper (DSB, 2019c). Dette gjør det enkelt å dele informasjon som har betydning for krisehåndteringen mellom aktører på taktisk og operativt nivå. Fordi kriser ikke nødvendigvis er statiske, men heller dynamiske og krisesituasjonen kan utvikle seg er muligheten kommunikasjonsplattformene i mobilnett og Nødnett en viktig ressurs for å for raskt å kunne dele informasjon. En kan dermed argumentere for at mobilnettene og Nødnett hjelper beredskapsaktørene med å imøtekomme samvirkeprinsippet under krisehåndteringen fordi krisekommunikasjonsplattformene bidrar til kommunikasjon som tilrettelegger for et best mulig samvirke med relevante aktører og virksomheter.

I noen krisesituasjoner vil det være nødvendig å iverksette *systemer for varsling og informasjonsdeling til befolkningen*. I dag er det eneste systemet for nasjonal befolkningsvarsling tyfonanleggene. Tyfonanlegget imøtekommer ikke behovet for befolkningsvarsling tilstrekkelig fordi minst 62 % av landet kommuner er utenfor hørevidde (Lom, 2021). Sårbarheten i varslingssystemer som er avhengig av kommunikasjonsplattformer som radio, fjernsyn og internett kommer godt til syne ved strømbrudd. Vår vurdering er at dersom man ikke har tilgang til DAB-radio som går på batteri, eller tilgang på bil med DAB-radio er sårbarheten i varslingssystemet stor ved strømbrudd.

For å supplere tyfonanleggene finnes det digitale løsninger som benytter mobilnettene som varslingssystem. Via mobilnettene er det mulig å sende ut varsel til innbyggere på en bestemt adresse eller et geografisk område om hendelser via SMS, e-post og talemelding til fasttelefon (Everbridge.no, u.å., Myrstad-Nilsen, 2021). Som følge av innføring av regelverk som pålegger innføring av system for befolkningsvarsling over mobilnettene vil dette også bli innført i Norge gjennom EØS-avtalen (KMD, 2021, 179). Engen et al. (2016, s. 331) påpeker også at tilgjengeligheten vil vare lenger i mobiler ved strømbrudd, men dette avhenger av

tilstanden på reservestrømsløsningene på basestasjonene. Befolkningsvarling via digitale løsninger vil nå større deler av befolkningen fordi det også vil være enklere for hørselshemmede. Ifølge Hørselshemmedes landsforbund er 14,5 % av befolkningen en betydelig hørselshemming, og vil derfor ikke få med seg lydvarslingen over tyfonanleggene (Lom, 2021).

Digitale systemer for krisekommunikasjon blir en stadig viktigere del av krisehåndteringen, særlig har bruken av sosiale medier som kommunikasjonskanal en stadig økende betydning i kriser (Fagerli et al., 2012, s. 15). 96 % av Norges befolkning har en smarttelefon (SSB, 2020). Smarttelefoner har via internettilgang på kommunikasjonsplattformer som Facebook, YouTube og Twitter. Sosiale medier kan defineres som «åpne eller lukkede digitale møteplasser som gjør det mulig for to eller flere mennesker å kommunisere via internett» (Løvik, 2015, s. 26). Crowd-sourcing og crowd-feeding er begreper som viser til innhenting og tilbakeføring av informasjon mellom befolkningen og kriseledelsen via digitale eller web-baserte løsninger (Engen et al., 2016, s. 331). Sosiale medier kan med andre ord bidra til effektivisering av krisehåndteringen ved å skape situasjonsforståelse og bidra til å skape aksept for beslutningene som blir tatt som Boin et al. (2016) er suksesskriterier for krisehåndtering. Samtidig kan bidra til krisehåndteringen ved at kriseledelsen kan dele informasjon slik at befolkningen kan innrette seg best mulig til den situasjonen eller krisen som har oppstått (Engen et al., 2016, s. 331). Det at befolkningen handler i tråd med den informasjonen som blir gitt hevder Schneider (1995) er en forventning kriseledelsen har, i tillegg til at de er takknemlige og tålmodige.

Man kan enkelt si at sosiale medier kan bidra til å tette informasjons- og kunnskapsvakuum som oppstår i kriser. Sosiale medier har blitt en plattform med stadig større betydning for å lukke “informasjonsvakuumet” i kriser og som gjør det vanskelig å fatte kritiske beslutninger som kan ha stor betydning for utfallet av krisen (Fagerli et al., 2012, s. 15; NOU 2012:14; Alexander, 2013a). Bruken av krisekart som er utviklet basert på crowd-sourcing, hvor det samles informasjon og kunnskap som befolkningen deler, har vært en ressurs for situasjonsforståelse, ressursbehov og koordinering i kriser (Alexander, 2013a; Pettersen, 2013). Nytteverdien av slike krisekart har ført til at FN benytter seg av disse for nødhjelpsarbeid over hele verden (Pettersen, 2013).

Befolkningens samhandling har vi brukt som begrep for å vise til befolkningens vilje til å bidra med ressurser i kriser. Befolkningen vilje til å bidra med ressurser i kriser er genrelt stor. 8 av 10 nordmenn mener de har noe eller stort ansvar for å hjelpe andre i nærmiljøet hvis en større, uønsket hendelse skulle inntreffe (Ipsos, 2020, s. 19). 22.juli ble politiet kontaktet fra flere personer som stilte egen båt til disposisjon (NOU 2012:14, s. 134).

22.juli-kommisjonen trakk frem tilfeldig forbipasserende, campingturister og fastboende ved Utøya som helt avgjørende for politiaksjonen (NOU 2012:14, s. 458). Denne typen innsats beskrives av Dynes (1994) som situasjonell altruisme, og er ikke kun gjeldende for de som er direkte rammet av krisen, men også tilfeldig tilstedeværende og lokalbefolkningen.

Mobilnettene muliggjorde det for befolkningen å informere politiet om ressurser ved å ringe inn til nødmedesentralene. uten mobildekning ville det ikke vært mulig å tilgjengeliggjøre disse ressursene med mindre personene og politiet møttes ansikt til ansikt. Befolkningens initiativ bidro til ressurser som styrket krisehåndteringen, noe som samsvarer med Dynes (1994) sin teori.

Oppsummerende er kan en si at mobilnettene og Nødnett har en kritisk funksjon for imøtekomme behovet som samfunnet har for kommunikasjon i kriser. Både de rammede og andre first responders, pårørende, krisehåndterere og befolkningen har et behov for krisekommunikasjon, og ved utfall er det praktisk talt umulig å imøtekomme dette behovet. Etter hendelsen i Jølster uttalte Direktør i Nkom, Elisabeth Aarsæther, at “Kommunikasjon var før et hjelpemiddel i krise, nå er fraværet av kommunikasjon en krise” (Kallelid, 2019b). Selv om vi i denne studien tar for seg kommunikasjon via mobilnett og Nødnett mener vi at digitaliseringen i samfunnet gjør denne uttalelsen relevant og i stor grad overførbar også til bortfall av kommunikasjonsplattformene disse nettene tilbyr.

6.2 Hvorvidt sikrer robustheten i mobilnett og Nødnett seg mot utfall som følge av strøm- og transmisjonsbrudd?

Funnene som omhandler dette forskningsspørsmålet drøftes i sammenheng med Bruneau et al. (2003) og Francis & Bekera (2014) sin forståelse av et resilient system. Når et strømbrudd inntreffer, kan det argumenteres for en manglende absorberende kapasitet til å opprettholde tjenestene uten brudd (Quyan, Duenñas-Osorio & Min, 2012; Francis & Bekera, 2014). Basestasjoner med tilhørende nettverksinfrastruktur for Nødnett og mobilnettverkene er avhengig av strømleveransen fra nettselskapene for å kunne tilby sine tjenester over lengre tid. Satt i denne konteksten er det manglende robustness og redundans

som svekker den absorberende kapasiteten, slik at gitte årsaksfaktorer kan forårsake et brudd i den ordinære strømleveransen (Bruneau et al., 2003).

Med utgangspunkt i tidligere presenterte hendelser fra Jølster og Sirdal, er det grunnlag for å hevde at nåværende robustness og redundans i strømmettet, ikke er dimensjonert til å absorbere denne typen hendelser uten brudd. Denne sårbarheten er en anerkjent utfordring og Nkom forklarer som er forsøkt redusert ved at tilbydere av mobilnettverkene og Nødnett har et ansvar for å etablere en proaktiv redundans med reservestrømkapasitet, da med ulik kapasitet. Dette med formål om å sikre brukere tilgang nødvendige på tjenester ved brudd i den ordinære strømforsyningen (SD, 2015, s. 13)

Ifølge informantene fra Nkom er reservestrømskapasiteten i mobilnettverkene utarbeidet med hensikt om å skape en forutberegnelighet og trygghet ved strømbrudd. Dette for at brukerne skal få et tilstrekkelig mulighetsrom for å kunne varsle, kommunisere og innrette seg innenfor to til fire timer (SD, 2015). Vår vurdering er at dette kun fungerer for uønskede hendelser som oppstår innenfor tidsrommet av reservestrømskapasiteten, herunder har ikke befolkningen evnen til å varsle, kommunisere og innrette seg ved langvarige kriser, hvor uønskede hendelser kan utvikle seg over tid. Sett i forhold til informasjonen som fremkom i intervjuet med Nkom, er unntaket basestasjoner som inngår i programmet for forsterket ekom, som til nå forsterker et prioritert område i 64 kommune til 72 timer. Vår vurdering er imidlertid at dette ikke sikrer kommunikasjon for *befolkningens rapportering og assistansebehov*, da dette forutsetter at den uønskede hendelsen oppstår i dette prioriterte området, eller at befolkningen har mulighet til å forflytte seg til dette område.

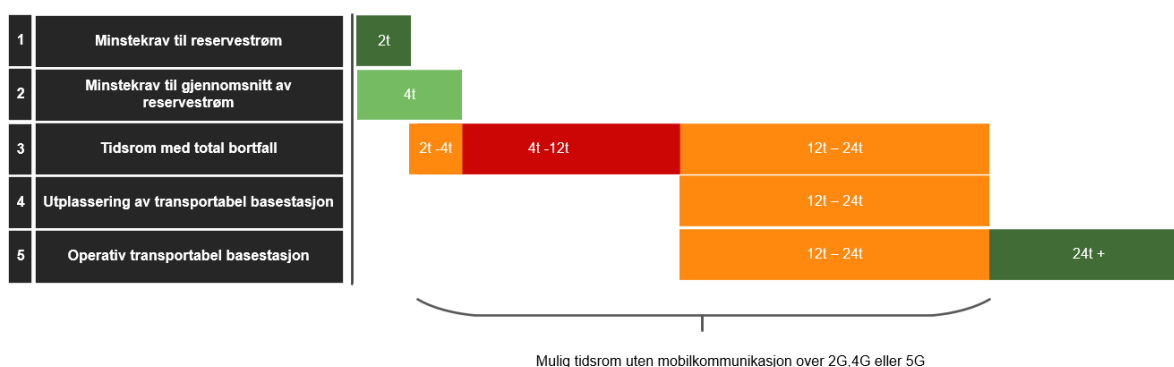
DSB (2019c) viser at Nødnett er bygget med minimum åtte timer reservestrøm. Noe som er to til fire ganger mer enn i mobilnettverkene (SD, 2015). Der man har ansett det som nødvendig, er basestasjoner for Nødnett, forsterket med ytterligere reservestrøm til 20, 48 og 72 timer (DSB, 2019c). Samtidig har Nødnett basestasjoner muligheten til å redusere kapasiteten på tale, noe som reduserer strømforbruket og dermed øker levetiden til reservestrømskapasiteten (DSB, 2021). Med bakgrunn i dette, kan man argumentere for at Nødnett er utarbeidet for understøttelse av aktørers behov for *respons og hendelseskoordinering*, gjennom et lengre strømutfall.

For å sikre robusthet i henhold til (Bruneau et al., 2003) sin definisjon kan man her argumentere for at nettselskapene må ha en rapiditet (hurtighet) og ressurssterkhet for gjenoppretting, som samsvarer med den implementerte reservestrømkapasiteten på nødvendige basestasjoner med tilhørende nettverksinfrastruktur.

I denne sammenheng kan man definere ressurssterkhet som evnen til å identifisere problemer, etablere prioriteter og mobilisere ressurser. Hvor ressursene er mennesker, kunnskap, materiell og teknisk kapasitet som trengs for å imøtekomme prioriteter og nå mål (Bruneau et al., 2003). For å kunne hurtig gjenopprette den ordinære strømtilførselen på viktige tilknytningspunkter som har betydning for liv og helse og andre viktige samfunnsverdier, er en vesentlig forutsetning at nettverksinfrastrukturen er kjent hos det aktuelle nettselskap (Oslo Economics, 2014). Informanten fra Agder Energi Nett forteller i et intervju at de mangler informasjon over nettverksinfrastrukturen til mobilnettverksoperatører i eget ansvarsområde. De kan søke i egne registre om hvem som leier hvor, men utover dette har de liten oversikt over avhengighetene i nettverkene til de ulike mobilnettverksoperatørene. Årsaken til dette er utfordringer i informasjonsdelingen mellom mobilnettverksoperatører og nettselskaper, både av sikkerhetsmessige og kommersielle hensyn.

Informantene fra Nkom bekrefter utfordringene med at det er over hundre nettselskaper i Norge, som i disse tilfellene må koordinere med tre mobilnettoperatører. Videre forteller de at det er en anerkjent utfordring i grenseoppgangene mellom kraft- og ekomsektoren (Nkom, 2021). Uten informasjon om nettverksinfrastruktur, har ikke nettselskapene de nødvendige forutsetninger til å identifisere og etablere prioriteter, som er en viktig forutsetning for å opprettholde ressurssterkhet etter definisjonen til Bruneau et al. (2003). Denne utfordringen burde etter vår vurdering prioriteres for å styrke samfunnssikkerheten og imøtekomme ansvaret som aktørene er ilagt gjennom samvirkeprinsippet (JD, 2002). Man kan argumentere for at denne informasjonen kreves i hele den sirkulære prosessen i en krise, hvor Kruke (2012) forklarer at det er klare sammenhenger mellom de forberedelser som gjøres i en førkrisefase og evnen til en effektiv respons i den akutte krisefasen. Samtidig kreves denne informasjonen i etterkrisefasen som i denne sammenheng skal bidra til prosesser som normalisering, evaluering, gransking og læring (Kruke, 2015).

Noen løsninger kan imidlertid håndtere en rapiditet hos nettselskapene, som ikke samsvarer med den implementerte reservestromskapasiteten på basestasjoner og nettverksinfrastruktur. Infrastruktur som har aggregater kan etterfylles med drivstoff og Telia forklarer i et intervju at mange lokasjoner er klargjort for å kunne benytte et mobilt aggregat. Det finnes også transportable basestasjoner for mobilnettverkene, hvor 15 av 72 av disse er finansiert av myndighetene til å benyttes i krise og beredskapssituasjoner (Nkom, 2019, s. 9). Informanten fra Telia forklarer at utplasseringen av disse krever en rekke forberedelser, hvor en forsiktig antakelse vil være at det tar mellom 12 til 24 timer å etablere en transportabel basestasjon i et område uten dekning.



Figur 25: Estimert tidsrom uten mobilkommunikasjon ved langvarig strømutfall (Utarbeidet etter: SD, 2015; intervju med Telia).

Basert på dette, er vår vurdering at det kan oppstå et gap på mellom 10 til 22 timer uten mobildekning, før en slik basestasjon er på plass ved et strømbrudd (SD, 2015). Tilsvarende ved et transmisjonsbrudd, kan gapet være 12 til 24 timer. Estimaten gjelder kun ved utplassering som et reaktivt tiltak, ved å proaktivt klargjøre en stasjon ved risiko for utfall kan gapet reduseres noe.

Basert på funn i dokumentanalysen er det grunnlaget til å hevde at det er høy grad av robusthet til å håndtere strøm- og transmisjonsbrudd i de sentrale delene av transportnettverkene, som anvendes av mobilnettoperatører og Nødnett (Nkom, 2017; Nkom 2020b; KMD, 2021). På nasjonalt-, landsdel- og fylkesnivå tar klassifiseringsforskrifta for

seg en rekke sikringstiltak, som blant annet implementerer et minimumskrav på tre døgn reservestrøm på transportnettverk som har en funksjonalitet på nasjonalt nivå og to døgn på landsdel- og fylkesnivå (Klassifiseringsforskrifta, 2012, §10). Nkom (2017) forklarer at lands- og regionnettverk har en topologi med redundante ringer eller masker. Den totale robustheten avtar mot kantene av nettverkene og da spesielt med tanke på regional- og aksessnett (Nkom, 2020b, s. 17). Årsaken er redusert kapasitet på reservestrøm og færre alternativer for re-ruting (Nkom, 2017; SD, 2015; DNK, 2014). Sistnevnte påvirker spesielt mobilnettverksoperatørene, som i flere områder er samlokaliserte med felles transmisjonsløsning i denne delen av nettverket. Dette betyr i praksis at et enkelt fiberbrudd kan ta ut en rekke basestasjoner fra flere tilbydere (KMD, 2021, s. 153). Samtidig kan man oppleve lang feilrettingstid på fjerntliggende lokasjoner, både tilhørende strøm, basestasjoner og nettverk. I distriktene er det større avstander og mindre kapasitet til feilretting, samtidig som at det kan være redusert fremkommelighet (KMD, 2021, s. 151)

Om alle mobilnettoperatørene faller ut i et område, forsvinner også muligheten for å ringe 112 gjennom basestasjonene til en av mobilnettoperatørene (Nkom, 2020e). Om det er fiberbrudd og ikke strømbrudd som forårsaker utfallet, kan det hende at befolkningen fortsatt har tilgang på bredbånd fra andre leverandører i eget hjem eller i tilknytning til annen infrastruktur (Nkom, 2017). Dermed kan man argumentere for at WifiTale implementerer redundans etter Bruneau et al. (2003) sin definisjon, noe som muliggjør taletelefoni for understøttelse av *befolkningens rapportering og assistansebehov* (KMD, 2021, s. 151; Nkom, 2020h, s. 43).

Man kan argumentere for at designet av Nødnett har redusert sannsynligheten for utfall, som følge av transmisjonsbrudd betraktelig, ved å etablere redundante ringstrukturer med radiolinje mellom basestasjonene, hvor hver ende har egen forbindelse til kjernenettverket. Ringstrukturen gir basestasjonene redundans med tilgangen på to transmisjonslinjer inn gjennom aksessnett mot den sentrale infrastrukturen, slik som illustrert i figur 12. Dette medfører at et lokalt transmisjonsbrudd internt i ringstrukturen ikke vil medføre brudd i kommunikasjonen mot sentral infrastruktur (DNK, 2014; Høiseth, 2019). Vurderingen vår tilsier da at det må eksistere minimum to transmisjonsbrudd mellom to forskjellige basestasjoner i ringstrukturen, for at basestasjonen eller basestasjonene mellom disse to bruddene skal miste forbindelsen til resterende deler av nødnettet.

Ved et lengre strømbrydd i et område er man avhengig av reservestromkapasitet på alle nettverksenheter som leverer forbindelse i en av føringsveiene inn til kjernenettverket, på lik linje med mobilnettverkene (SD, 2015). Ved strømstans som omfatter begge føringsveiene i endene av ringstrukturen og inn mot kjernenettverket, er det fare for at basestasjonene mister forbindelsen til kjernenettverket, før basestasjonenes reservestrom er oppbrukt. Årsaken er at det ikke er stilt samme krav til reservestrom i de leide linjene inn mot kjernenettverket, som på basestasjonene og nettverket mellom disse (DNK, 2014). På utsatte basestasjoner i Nødnett er redundansen ytterligere forsterket med automatisk forbikobling, slik at redundansen i ringstrukturen kan opprettholdes selv om en basestasjon faller ut. Nytteverdien av denne funksjonaliteten er ble eksempelvis demonstrert under hendelsen i Jølster, hvor en basestasjon ved Myklebust ble forbikoblet (DSB, 2019d).

Nødnett terminaler og basestasjoner har en rekke funksjoner som implementerer redundans med begrenset funksjonalitet ved bortfall av sentral kommunikasjonsinfrastruktur i Nødnett. Ved mangel på forbindelse eller kapasitet i Nødnett kan brukeren skru radioen over i DMO. Rekkevidden er derimot svært redusert, ettersom at de elektromagnetiske bølgene går direkte fra brukerterminal til brukerterminal, uten bruk av en basestasjon. Ved behov for utvidelse av dette lokale dekningsområdet i et slikt scenario, finnes det DMO-repeaterer. I de tilfellene hvor man mangler radiodekning fra en basestasjon, kan man ved bruk av en spesialterminal med gateway-funksjonalitet utvide dekningen fra en fungerende basestasjon. Av de basestasjonene som har 48 timer reservestrom, er det aktivert funksjonaliteten LST. Disse løsningene sikrer god redundans med nedsatt funksjonalitet, hvis et bortfall inntreffer (DSB, 2019c; Høiseth, 2019). Vår vurdering er at disse løsningene krever en ressurssterkhet i form av kompetanse og etablerte prosedyrer, for at disse funksjonene skal kunne anvendes på en god måte i en krisesituasjon.

Nødnett har transportable basestasjoner som kan utplasseres for å skape midlertidig dekning i et område, disse forvaltes av Sivilforsvarets mobile forsterkningsenheter på syv ulike lokasjoner (DSB, 2016a; Politidirektoratet, 2020, s. 85). Disse basestasjonene har imidlertid mulighet for å benytte en satellittforbindelse, mulighetene dette gir, drøftes ytterligere i neste forskningsspørsmål (DSB, 2019c).

6.3 Hvorvidt kan bruken av droner og satellitter styrke tilgjengeligheten på mobilnett og Nødnett ved strøm- og transmisjonsbrudd?

Med bakgrunn i Buneau et al. (2003) sin definisjon av resiliens, så viser våre funn at satellittbasert transmisjon øker rapiditeten til transportable basestasjoner for både mobilnett og Nødnett. Dette ved å minimere tidsforbruket for oppkobling mot kjerneinfrastruktur, ved mangel på lokal kommunikasjonsinfrastruktur på bakken. Herunder kan satellittbasert transmisjon bidra til økt ressurssterkhet etter Buneau et al. (2003) sin definisjon.

Ifølge Buneau et al. (2003) sikter rapiditet til et systems evne til rask gjenoppretting, som er et mål for robustheten. For å oppnå dette målet så er redundans og ressurssterkhet midler som bidrar å styrke robustheten. I denne forbindelse skapes tidsbesparelsen, altså rapiditeten av en uavhengighet til lokal kommunikasjonsinfrastruktur, dette gjennom en ressurssterkhet i form av tilgang på satellittbasert transmisjon. Dette gir en hurtig og forutberegnelig oppkobling, når en transportabel basestasjon er plassert på en ønsket lokasjon. Noe som også skaper en økt fleksibilitet, som gjør det mulig å plassere basestasjoner der de gir best dekning etter behovet. Uten satellittbasert kommunikasjon må disse plasseres på en lokasjon, med hensyn for tilkobling mot eksisterende kommunikasjonsinfrastruktur på bakken. Telia illustrerte disse utfordringene i intervjuet, hvor man i noen scenarioer må bygge en kjede av radiolinjer, for å gi forbindelse til en av deres basestasjoner. Under hendelsen i Jølster, var dette årsaken til at man landet på en beslutning om å ikke kjøre ut en transportabel basestasjon for Telia.

Før vi går videre med drøftingen er det viktig å presisere at basestasjoner i Nødnett og mobilnettverkene har helt ulike systemkrav. Forklart på en forenklet måte, har mobilnettverkene mye større krav til høy overføringskapasitet og lav tidsforsinkelse, noe som har vært utfordringen med tidligere satellittbaserte transmisjonslinjer for mobilnettverkene. Informanten i Telia fortalte at løsningene de har testet frem til nå, ikke har oppfylt nødvendige krav, men at man nå er i ferd med å gjennomføre nye tester. Nye løsninger viser imidlertid at slike produkter eksisterer, samt at det utvikles nye produkter og tjenester som gjør dette mulig å ta i bruk, også i mobilnettverkene. Den økte fleksibiliteten man får ved bruk av satellittbasert transmisjon illustreres tydelig under hendelsen i Jølster, hvor man får opprettet en transportabel basestasjon for Nødnett ved bruk av satellitt. Informanten fra Telia forklarte at man besluttet å la være å utplassere transportabel basestasjon for

mobilnettverkene under denne hendelsen, grunnet manglende tilgang på eksisterende kommunikasjonsinfrastruktur på bakken.

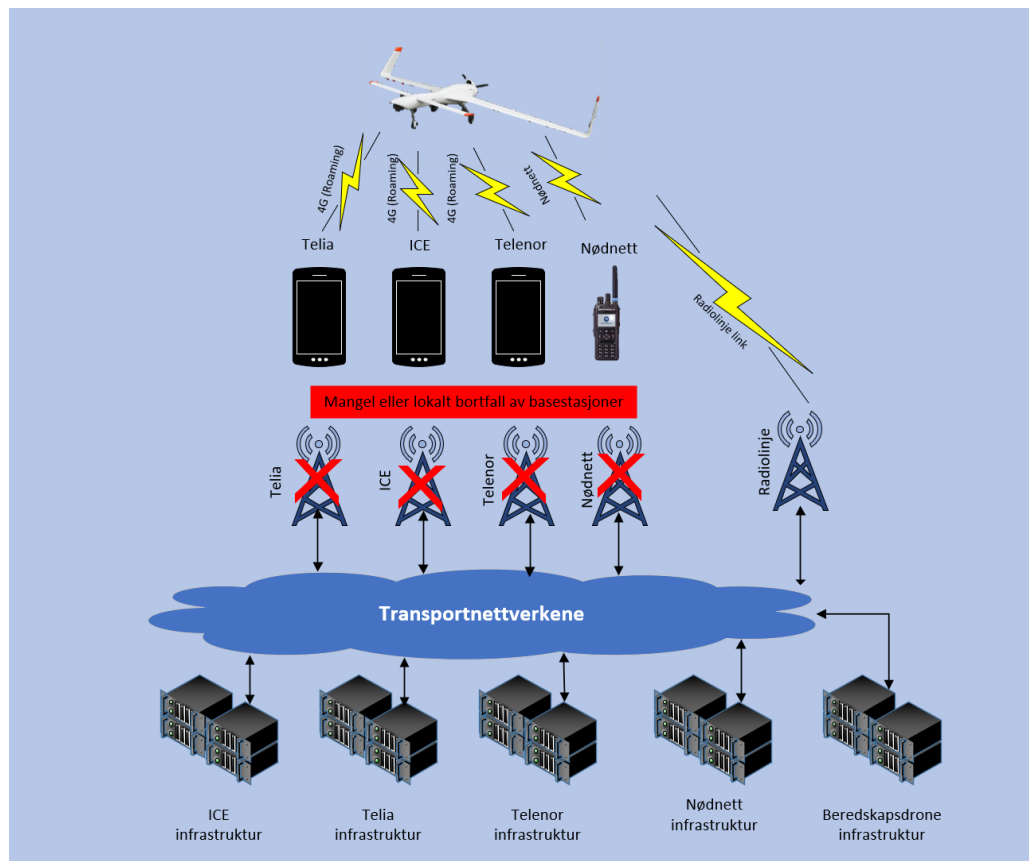
Vår vurdering er derimot at det er viktig å bemerke seg at de ressursene som eksisterer med transportable basestasjoner tilhørende Nødnett og mobilnett i dag, kun kan gi en økt tilgjengelighet på nødvendige tjenester i et begrenset geografisk område, sett i forhold til dekningsområdet som disse stasjonene klarer å tilby. Med andre ord kan de kun tilby nødvendige tjenester i deler av et kriseområde eller i kriser av mindre geografisk omfang.

Satellittbasert transmisjon er også en mulig løsning som en del av transportnettverket for vanlige basestasjoner tilhørende mobilnettverkene (Sedin et al., 2020). En mulighet er å benytte slike løsninger som forhåndsinstallert redundans for fiber, på risikoutsatte basestasjoner. Noe som har potensiale til å øke tilgjengeligheten til mobilnettverkene ved transmisjonsbrudd på eksempelvis fiber (Oren, 2020; Gilat, 2020; Gilat, 2017).

Det totale tidsforbruket før en transportabel basestasjon er operativ, er derimot avhengig av en rekke andre faktorer. Slike faktorer ble tydelige under hendelsen i Sirdal, hvor det tar noe tid før man beslutter å bruke den transportable basestasjonen til Nødnett, deretter er den en reiseavstand som i dette tilfellet er fra beredskapslageret i Bergen til Førde, hvor den videre ble flydd med helikopter inn til Vassenden, på grunn av manglende fremkommelighet (DSB, 2019d). Store avstander, utfordrende terreng og ivaretagelse av sikkerheten til personell er noen av faktorene som kan gjøre arbeidet med gjenoppbygging av ekom langvarig (Telenor, u.å.). Løsninger som droner, HAPS og satellitter har et potensiale til å unngå disse utfordringene på bakken (Karabulut et al., 2021; Zeng et al., 2019). I henhold til Buneau et al. (2003) sin definisjon av ressurssterkhet, så har en slik løsning et potensiale til å øke rapiditeten, ettersom at de kan bevege seg hurtigere til en ønsket destinasjon i luften, samt blir de ikke påvirket av manglende fremkommelig på bakkenivå.

Vår vurdering er at produkter av tilsvarende kategori som tilbys av Robot Aviation og Radionor, har et potensiale til å redusere nedetid ved lokale utfall i mobilnettverkene og Nødnett. Spesielt for å utfylle divergensen mellom reservestrømskapasitet og responstid for mobile basestasjoner tilhørende mobilnettverksoperatørene, som presentert i figur 25. Informanten fra Radionor forteller at forbindelsen mellom basestasjonen og transportnettverket har en viss begrensning i båndbredden, noe som vil kreve noe arbeid med å

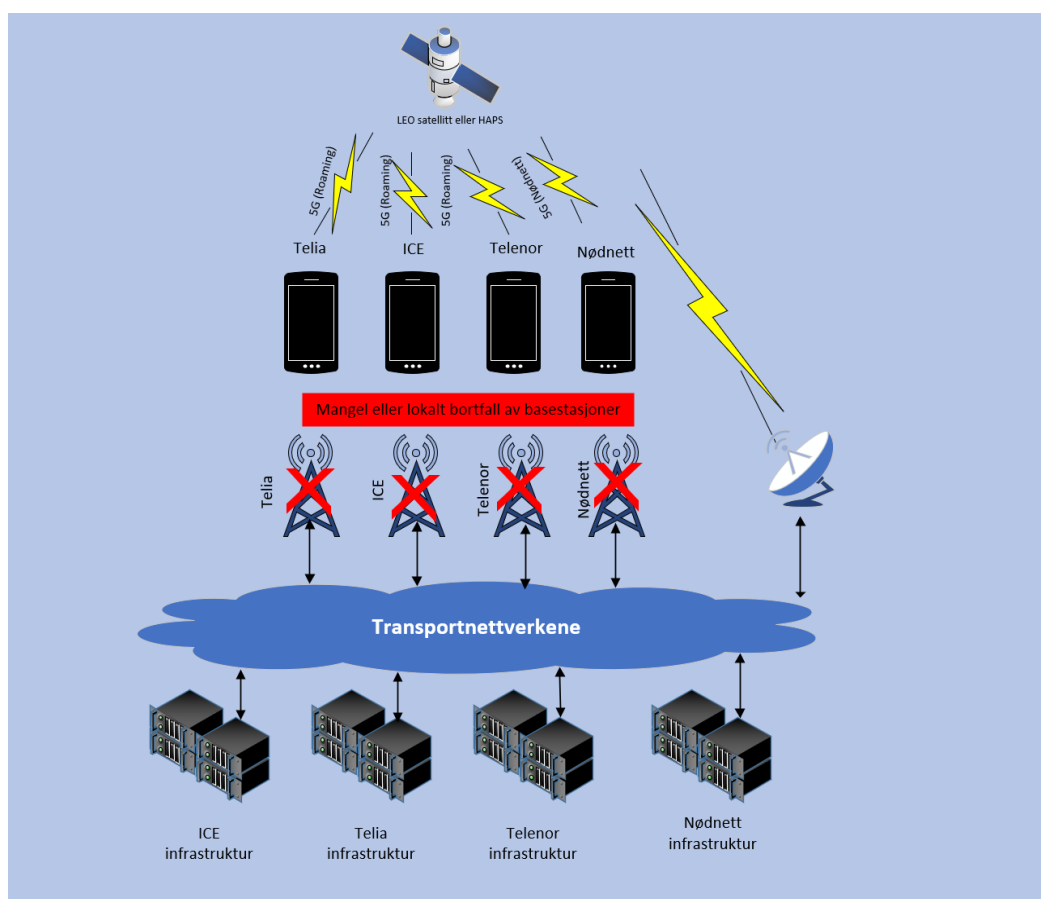
kontrollere aksess og båndbredde av brukerne. Herunder er vår vurdering at man burde prioritere den mest kritiske funksjonaliteten som er taletelefoni og SMS. Da med prioritering av kommunikasjon med nødmeldesentraler.



Figur 26: Overordnet konseptskisse av FX-450, radiolinje og 4G basestasjon med roaming.

Basert på informasjon fra informantene i Robot aviation og Radionor har vi utarbeidet en konseptskisse som presentert i figur 26, som overordnet beskriver hvordan en slik løsning kunne sett ut. På figuren ser man også at det er innmontert en Nødnett basestasjon, hvor man eksempelvis kan tilby tre trafikkanaler på Nødnett (Dsb, 2019c; Robot Aviation, 2020). Man kan også argumentere for at slike løsninger har et potensiale til å øke tilgjengeligheten på Nødnett eller mobilnettverk i søk og redningsaksjoner i områder uten fast kommunikasjonsinfrastruktur. Vår vurdering er at man burde lage en slik løsning med nasjonal roaming, hvor alle mobilabonnementer roamer gjennom samme basestasjonen i dronen, slik at man ikke trenger å montere basestasjoner for tre mobilnettoperatører i dronen. På lik linje på det avsettes frekvenser til en slik type drone, slik at man ikke forstyrrer eksisterende kommunikasjonsinfrastruktur i området man flyr i (Nkom, 2020d).

Bruken av 5G basestasjoner på HAPS eller LEO satellitter åpner opp en rekke muligheter på lengre sikt. Ser man på HAPS prosjekter som Stratobus eller Phasa-35 kan disse levere dekningsområder på 400-500 km i diameter (Karabulut et al., 2021). Til sammenlikning er den største bredden på fastlandet i Norge, på rundt 430 km. Med bruk av 400 MHz i Ka-båndet vil man kunne levere 7.1 Gbps downlink og 7.6 Gbps uplink til slike enheter, som da også oppfyller nødvendige kvalitetskrav til mobilnettverkene. I praksis betyr dette at man eksempelvis man kan 3500 brukere kontinuerlig tilgang på 2 Mbps uplink og downlink over et område på (Sedin, Feltrin & Lin, 2020). For fremtidige LEO satellitter med basestasjon for 5G, krever det imidlertid mange satellitter for å gi kontinuerlig dekning, ettersom at satellittene går i bane og dermed endrer dekningsområde i forhold til plassering (KMD 2021, s. 86).



Figur 27: Mulig fremtidig bruk av LEO eller HAPS (Basert på Karabulut et al., 2021) .

På den andre siden finner vi HAPS, med mulige løsninger som Stratobus og Phasa-35 som klarer å holde seg på tilnærmet samme lokasjon over tid, i en høyde på 17-21 km i stratosfæren. Noe som betyr at den kan gi et tilnærmet statisk dekningsområde på 400-500km i radius over tid, med kun en enhet som figur 27 viser, såfremt disse aktørene lykkes med denne teknologien. Monterer man tilsvarende kommunikasjonsutstyr i denne, får man samme effekten som ved en drone (Karabulut et al., 2021)

For at dette skal kunne fungere, er man imidlertid avhengig av at store deler av befolkningen har byttet ut telefonen som støtter denne typen 5G funksjonalitet. På lik linje må også Nødnett terminalene byttes ut med enheter som kan kommunisere med teknologien som monteres i en HAPS eller LEO-satellitt (Karabulut et al., 2021). Basert på dette er vår vurdering at fremtidig bruk av HAPS med basestasjoner, utgjør en mulig løsning for å sikre robusthet i form av redundans for kommunikasjonsinfrastruktur på bakken.

7. Konklusjon

Studiens formål har vært å besvare *“I hvilken grad imøtekommer robustheten i mobilnettene og Nødnett samfunnets behov for krisekommunikasjon?”*. Mangelen på kommunikasjonssystemer internt og mellom nødetater, beredskapsaktører og befolkningen kan få store konsekvenser for liv og helse. For å kommunisere og samvirke har det norske samfunnet en betydelig avhengighet til både mobilnettverkene og Nødnett. Tilgjengelighet i disse systemene gjør det mulig å innhente informasjon for å forstå en krisesituasjon, fatte beslutninger basert på forståelsen og skape aksept for de beslutninger som blir tatt. Samfunnets aksept for tap av tilgjengelighet i disse systemene er svært lave.

Denne studien har kategorisert fire grunnleggende kommunikasjonsfunksjoner, som påvirker evnen til krisehåndtering. Hvorvidt den enkelte funksjon påvirker krisehåndteringen, er situasjonsavhengig. Disse funksjonene er:

- 1) Systemer for befolkningens rapportering og assistansebehov
- 2) Systemer for aktørers respons og hendelseskoordinering
- 3) Systemer for varsling og informasjonsdeling til befolkningen
- 4) Systemer for befolkningens samhandling

Et sentralt funn er at mobilnettverkene spiller en rolle i alle disse funksjonene, men innehar en svært viktig rolle med tanke på punkt en og fire, på nåværende tidspunkt. Samfunnets avhengighet til resterende funksjoner vil øke i årene som kommer. Årsaken er at befolkningsvarsling over mobilnett skal implementeres, samt at fremtidens Nødnett skal benytte kommersielle mobilnett. Nåværende Nødnett innehar en svært viktig rolle i forhold til funksjonen i punkt to. Systemet ivaretar kommunikasjon hos nødetater, beredskaps- og samvirkeaktører, dette ved å muliggjøre informasjonsdeling til, fra og mellom utrykkende enheter som responderer på uønskede hendelser. Sett i lys av punkt tre, er samfunnet også avhengig av tyfonanlegget, som får sine utløsende signaler gjennom Nødnett.

De sentrale delene av transportnettverkene som anvendes av mobilnettverksoperatørene og Nødnett, har god robusthet mot utfall som følge av strøm- og transmisjonsbrudd. De mest sentrale tiltakene er redundant nettverkstopologi med maske eller ringstrukturer, som gir flere alternativer for re-ruting ved brudd. Sentrale deler av denne infrastrukturen er utstyrt med to

til tre døgn reservestrømskapasitet i henhold til klassifiseringsforskrifta. Denne delen svarer i stor grad på samfunnets behov for robusthet.

Den totale robustheten avtar mot kantene av nettverkene, herunder lokal- og aksessnettverkene. Årsaken er betydelig mindre reservestrømskapasitet og få alternativer for re-ruting. Dette påvirker spesielt mobilnettverksoperatørene, som i flere områder er samlokaliserte med felles transmisjonsløsning i denne delen av nettverket. Her er myndighetskravet to til fire timer reservestrøm på basestasjoner som bidrar til å opprettholde taletelefoni, SMS og grunnleggende datakapasitet. For å opprettholde nevnte fire funksjoner ved et strømbrydd, må kapasiteten for reservestrøm tilsvare nettselskapenes rapiditet og ressurssterkt for gjenoppbygging. Hvem som skal forsterke sin del av systemet er en sektorovergripende utfordring, som krever en helhetlig tilnærming for å møte samfunnets behov. Denne sektorovergripende robustheten svarer i liten grad på samfunnets behov ved ekstraordinære hendelser, som eksempelvis under hendelsen i Jølster.

Nødnett har redusert sannsynligheten for utfall i lokal- og aksessnettverkene, ved å etablere redundante ringstrukturer med radiolinje mellom basestasjonene, hvor hver ende har egen forbindelse til kjernenettverket. Dette i kombinasjon med 8 til 72 timer reservestrøm, svarer i stor grad på samfunnets behov for å opprettholde funksjonene som Nødnett tilbyr. Ved strømbrydd som omfatter begge føringsveiene i endene av ringstrukturen og inn mot kjernenettverket, er det fare for at basestasjonene mister forbindelsen til kjernenettverket, før basestasjonenes reservestrøm er oppbrukt. Årsaken er at det ikke er stilt samme krav til reservestrøm i de leide linjene inn mot kjernenettverket, som på basestasjonene og nettverket mellom disse i ringstrukturen. Nødnett har derimot en rekke funksjoner som brukerne kan benytte ved utfall eller manglende dekning, herunder DMO, DMO-repeatere, DMO-gateway radioer og LST-funksjonalitet. Transportable basestasjoner er et tiltak som har til hensikt å styrke robustheten, i form av redundans. Nødnett har muligheten til satellittbasert transmisjon på disse basestasjonene, noe som muliggjør hurtig tilkobling til kjernenettverket ved omfattende utfall.

Transportable basestasjoner for mobilnettsoperatørene blir i svært liten grad anvendt i situasjoner ved utfall. Gjennom implementering av satellittbasert transmisjon på disse løsningene, er det et potensiale for å øke bruksområdet.

Forsterket ekom er et statsfinansiert prosjekt som er iverksatt som et tiltak for å styrke robustheten i mobilnettverkene. Tiltaket implementerer 72 timer nødstrømskapasitet og doble føringsveier for transmisjon. Målet er at alle kommuner skal ha et prioritert område med en slik type kapasitet.

Bruk av ny kommunikasjonsteknologi i kombinasjon med droner, HAPS og satellitter viser et stort potensial for å styrke tilgjengeligheten på både Nødnett og mobilnett ved strøm og transmisjonsbrudd i årene som kommer. Bruk av satellittforbindelse som forhåndsinstallert redundans for transmisjonsbrudd på utsatte basestasjoner i mobilnettverkene, er tatt i bruk i flere land. Studiens funn viser at bruk av droner, HAPS og satellitter har et potensiale til å hurtig reetablere grunnleggende funksjonalitet ved mangel eller utfall av fast infrastruktur i Nødnett og mobilnettverkene.

Vår konklusjon er at funnene bekrefter uttalelsen fra KMD (2021) som sier at til tross for investeringene som er gjort for å styrke robustheten i mobilnettene er det fremdeles et stort forbedringspotensiale.

7.1 Videre forskning

Denne studien har tatt for seg robustheten i mobilnettverkene og Nødnett på et nasjonalt og overordnet nivå. For å oppnå en dypere innsikt hadde det vært interessant å undersøke hvordan og hvorvidt disse løsningene er implementert i en spesifikk del av samfunnet.

Det ville også vært interessant å undersøke hvordan robustheten kan styrkes gjennom ytterligere tiltak som enten finansieres av mobilnettoperatorene eller staten. Slike tiltak kan for eksempel utarte seg i form av endrede myndighetskrav som stilles overfor kommersielle tilbydere.

Teknologiske løsninger er under kontinuerlig utvikling og nye løsninger endrer på tidligere begrensninger. Ved implementeringen av Nødnett i kommersielle mobilnett, må man løse utfordringer tilknyttet økt behov for robusthet for utfall. Det utføres mye spennende utvikling innenfor 5G, satellitter, HAPS og droner, slik at det på et tidspunkt vil være mulig å gjennomføre mer detaljerte studier på hvor godt slike løsninger vil fungere i praksis. Dette er et tema vi bør se mer forskning på i fremtiden.

Litteraturliste

- Aase, T. H. & Fossåskaret, E. (2014). *Skapte virkeligheter: Om produksjon og tolkning av kvalitative data* (2. utg.). Oslo: Universitetsforlaget
- Agder Energi Nett. (2021). *Frank 2021 Nedising Sirdal - Feilsituasjoner med beredskap - 21. til 25. januar 2021*.
- Agende Kaupang. (2021). *Etterevaluering av TETRA Nødnettprosjektet* Hentet fra:
https://www.agendakaupang.no/wp-content/uploads/2021/03/Rapport-NTNU_Concept-Etterevaluering-av-Nodnettprosjektet_AK.pdf
- Alexander, D. E. (2013a). *Social media in disaster risk reduction and crisis management*. Science and Engineering Ethics. Vol. 20, s. 717-733.
DOI: 10.1007/s11948-013-9502-z
- Alexander, D. E. (2013b). *Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey*. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 13, 2707-2716.
DOI: 10.5194/nhess-13-2707-2013
- Analysys Mason. (2019). *Ekonomisk infrastruktur for digitalisering i kommunal sektor: Kartlegging og analyse av nåsituasjon, mål og tiltak*. (KS FOU--PROSJEKT NR. 184022). Hentet fra:
<https://docplayer.me/154089145-Ekonomisk-infrastruktur-for-digitalisering-i-kommunal-sektor.html>
- Aubert, V. (1985). *Det skjulte samfunn*. Oslo: Universitetsforlaget
- Aven, T. (2011). On Some Recent Definitions and Analysis Frameworks for Risk, Vulnerability, and Resilience. *Risk Analysis*, 31(4), 515-522. Doi:10.1111/j.1539-6924.2010.01528.x
- Aven, T. og Renn, O. (2010). *Risk Management and Risk Governance. Concepts, Guidelines and Application*. New York: Springer
- BAE Systems. (u.å). Products; PHASA-35®. Hentet fra:
<https://www.baesystems.com/en/product/phasa-35>
- Bjelland, B. & Rostrup Nakstad, E. (2018). *Beredskap, kriseledelse og praktisk skadestedsarbeid*. Gyldendal: Oslo
- Blaikie, N. & Priest, J. (2019). *Designing social research: the logic of anticipation* (3. utg.). Cambridge: Polity Press.

- Boin, A., t'Hart, P., Stern, E., & Sundelius, B. (2016). *The politics of crisis management. Public leadership under pressure* (2. ed). Cambridge: Cambridge University Press
- Bruneau, M., Chang, S.E., Eguchi, R.T., Lee, G.C., O'Rourke, T.D., Reinhorn, A.M., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W.A., & Von Winterfeldt, D. (2003). *A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities*. DOI: 10.1193/1.1623497
- Centre for Resilient Networks and Applications (CRNA). (2021). *Norske mobilnett i 2020*. Hentet fra: https://www.simula.no/sites/default/files/norske_mobilnett_i_2020.pdf
- Coombs, T. W. (2019). *Ongoing Crisis Communication: Planning, managing, and responding*. (5. utg.) Los Angeles: SAGE Publications
- Coombs, W.T., Frandsen, F., Holladay, S.J. & Johansen, W. (2010). Why a Concern for Apologia and Crisis Communication. *Corporate Communication*. 4 (4) 337– 349. DOI: 10.1108/13563281011085466
- Cybersecurity and infrastructure security agency (Cisa). (2019). *The national emergency communication plan (NECP) 2019 update* Hentet fra: https://www.cisa.gov/sites/default/files/publications/19_0924_CISA_ECD-NECP-Slick-Sheet_1.pdf
- Danermark, B., Ekström, M., Jakobsen, L. & Karlsson, J. (2001). *Explaining Society: An Introduction to Critical Realism in the Social Sciences*. Routledge.
- Dey, I. (2004). Grounded Theory. I C. Seale, G. Gobo, J.F. Gubrium & D. Silverman (Red.), *Qualitative Research Practice* (s. 80-93). SAGE Publications
- Direktoratet for nødkommunikasjon (DNK). (2014). *Robusthet i transmisjon - Reservestrøm i transmisjonslinjer i Nødnett* Hentet fra: https://www.nodnett.no/globalassets/dokumenter/publikasjoner/20140225-robusthet-i-transmisjon---offentlig-versjon.pdf?fbclid=IwAR3WlwEHgb8v7B4I30D7bHGEG-z6xM2_3AaF6anJhimQM6BBT4407Du8IjE

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2007). *Veileder i informasjonsberedskap og strategisk krisekommunikasjon*. Hentet fra:
<https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-rogaland/dokument-fmro/forvaltning/brosjyrer-og-rettleiarar/informasjonsberedskap.pdf>

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2016a). *Nødnett-dekning etablert ved Trolltunga*. Hentet fra:
<https://www.nodnett.no/nyheter/nyhetsarkiv/Nodnett-dekning-ved-Trolltunga/>

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2016b). *Samfunnets kritiske funksjoner*. Hentet fra: <https://www.dsb.no/rapporter-og-evalueringer/samfunnets-kritiske-funksjoner/>

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2017). *Sambandsreglement for organisasjoner tilknyttet Nødnett* Hentet fra:
<https://www.nodnett.no/globalassets/sambandsreglement-for-organisasjoner-tilknyttet-nodnett.pdf>

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2018a). *Beredskapsaktører stiller store krav til neste generasjon nødnett*. Hentet fra:
<https://www.nodnett.no/nyheter/nyhetsarkiv/beredskapsaktorene-stiller-store-krav-til-neste-generasjon-nodnett/>

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2018b). *Tyfonvarsling som eksempel* Hentet fra: <https://www.nodnett.no/tjenester/dataabonnement/tyfonvarsling-som-eksempel/>

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2019a). *BKK Nett tar i bruk Nødnett*. Hentet fra: <https://www.nodnett.no/nyheter/nyhetsarkiv/bkk-signering/>

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2019b). *Fakta om Nødnett; Robusthet*. Hentet fra: <https://www.nodnett.no/Nodnett/hva-er-noenett/robusthet/>

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2019c). *Nødnett i bruk*. Hentet fra: https://www.nodnett.no/globalassets/dokumenter/publikasjoner/p2004305_nodnett_i_bruk.pdf

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2019d). *Intern driftsrapport Nødnett i Jølster 30.7-1.8.2019*

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2021). *Intern driftsrapport Nødnett i Sirdal 21.-23.1.2021*

- Dreyer, K. (2014). Kommunikasjon og samhandling i medisinsk nødmeldingstjeneste. I (Red.)
Haugen, J. E. (2014) *Akuttmedisinsk sykepleie - utenfor sykehus* (3. utg.).
Oslo: Gyldendal Akademisk
- Dynes, R.R. (1994). Situational Altruism: Toward an Explanation of Pathologies in Disaster
Assistance. *World Congress of Sociology*. Bielefeld, Tyskland, University of Delaware Disaster
Research Center. Preliminary paper #201. Hentet fra:
<https://udspace.udel.edu/bitstream/handle/19716/586/PP201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Effektivitet* (2018, 8.mai.) i *Store norske leksikon*. . Hentet fra <https://snl.no/effektivitet>
- Ekomforskriften. (2004). Forskrift om elektronisk kommunikasjonsnett og elektronisk
kommunikasjonstjeneste (FOR-2004-02-16-401). Hentet fra:
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-02-16-401>
- Ekomloven. (2003). Lov om elektronisk kommunikasjon (LOV-2003-07-04-83). Tilgjengelig fra:
<https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2003-07-04-83>
- EMEA Satellite Operators Assosiation (ESOA). (u.å). *Connectivity through Backhaul*. Hentet fra:
<https://www.esoa.net/Resources/Connectivity-through-Backhaul-GSC-version.pdf>
- Engen, O., Kruke, B. I., Lindøe, P.H., Olsen, K. H., Olsen, O.E. & Pettersen, K. A. (2016).
Perspektiver på samfunnsikkerhet. Oslo: Cappelen Damm akademisk
- Everbridge (u.å.). Everbridge Public Warning. Hentet fra :
<https://everbridge.no/produkter/public-warning/>
- Fagerli, H. P., Jørgensen, K. B., Lund, C., Meling, A. T., Stranger-Thorsen, I., Volan, I. (2012)
Krisehåndtering 2.0 Sosiale medier i bruk før, under og etter krisen.
Oslo: Kommuneforlaget
- Forsvarsdepartementet (FD). (2015). *Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak)*. (Prop. 1 S
(2015–2016)). Hentet fra:
https://www.regjeringen.no/contentassets/10336d68c60e42bcb37d92a27b333012/no/pdfs/prp_201520160001_fdddpdfs.pdf
- Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI). (2016). *Notat – Høring om forslag til nye jordstasjonsforskrifter
for Svalbard og Antarktis*. Hentet fra:
https://www.regjeringen.no/contentassets/e375f4aa5bc44ae2bf576c3a63577416/ffi-2.pdf?uid=Forsvarets_Forskningsinstitutt_2

- Fossen, H. (2014, 28.august). Telenor lover 2G til 2026. *Insidetelecom*
Hentet fra: <https://www.insidetelecom.no/artikler/telenor-lover-2g-til-2026/162959>
- Fossen, H. (2018, 23.november). Jon Georg Dale: - Må tenke sikkerhet og beredskap. *Insidetelecom*.
Hentet fra:
<https://www.insidetelecom.no/artikler/jon-georg-dale-ma-tenke-sikkerhet-og-sarbarhet/451930>
- Francis, R. og Bekera, B. (2014). *A metric and frameworks for resilience analysis of engineered and infrastructure systems. Reliability Engineering and System Safety*.
DOI: 10.1016/j.ress.2013.07.004
- Fuberg, P.B. (u.å.). Kronikk: Ekstermvær krever tettere samarbeid om beredskap i Norge. Hentet fra:
<https://www.telenor.no/om/samfunnsansvar/artikler/tettere-samarbeid-ekstremver/>
- Fylkesmannen i Rogaland. (2018). *FylkesROS for Rogaland 2018 – 2021*. Hentet fra:
<https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-rogaland/dokument-fmro/samfunn-og-beredskap/fylkesros---offisiell-versjon.pdf>
- Gilat. (2016). *Case study: Satellite backhaul for LTE networks*. Hentet fra:
<https://www.gilat.com/wp-content/uploads/2017/02/Gilat-Case-Study-Cellular-SoftBank-Japan.pdf>
- Gilat. (2017). *Case study: 4G in more places in the UK than any other network*. Hentet fra:
<https://www.gilat.com/wp-content/uploads/2017/02/Gilat-Case-Study-Cellular-EE-UK.pdf>
- Gilat. (2018). *Case study: LTE connectivity in Metro-edge, mountains and island*. Hentet fra:
<https://www.gilat.com/wp-content/uploads/2018/08/Gilat-Case-Study-Cellular-KDDI-Japan.pdf>
- Gilat. (2020). *Ultra-high-performance VSATs for 3G and 4G/LTE Backhaul, mobility and enterprise services*. Hentet fra: <https://www.gilat.com/technology/capricorn-family/>
- Grenness, T. (1997). *Innføring i vitenskapsteori og metode*. Oslo: Tano Aschehoug
- Grov, B., Skramstad, M., Odland, J. & Rognstad, R. (2019, 19.juli). Det farlige regnet. *NRK*. Hentet fra:
<https://www.nrk.no/vestland/xl/slik-var-det-ekstreme-sommarregnet-i-jolster-1.15030175#autohors--expand>
- Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder*. (2.utg.) Bergen. Fagbokforlaget.

- GSM Association (GSMA). (2019). *The 5G guide reference for operators*. Hentet fra:
https://www.gsma.com/wp-content/uploads/2019/04/The-5G-Guide_GSMA_2019_04_29_compressed.pdf
- Hafting, T. (2017). *Krisehåndtering: Planlegging og handling*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Haimes, Y. V. (2009). On the Definition of Resilience in Systems. *Risk Analysis* 29 (4), 498- 501. *Risk Analysis*, Vol. 29, No. 4, 2009.
DOI: 10.1111/j.1539-6924.2009.01216.x
- Hammervoll, T. (2013). *Beredskapslogistikk*. Oslo: Universitetsforlaget
- Heath, R.L. (2010). Crisis Communication: Defining the Beast and De-marginalizing Key Publics. W.T. Coombs & S.J. Holladay (Red.). *The Handbook of Crisis Communication*, 1– 13. Malden: Wiley-Blackwell
- Heinzelman, J., & Waters, C. (2010). Crowdsourcing crisis information in disaster-affected Haiti: (special report). Washington, DC: US Institute of Peace. Hentet fra:
<https://www.jstor.org/stable/pdf/resrep12220.pdf>
- Helland, K., Larsen, L. O., Knapskog, K. & Østbye, H. (2002). *Metodebok for mediefag* (2.utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Hellevik, O. (1995). *Sosiologisk metode*. Oslo: Universitetsforlaget
- Helsloot, I. and A. Ruitenber (2004). Citizen Response to Disasters. *Journal of Contingencies and Crisis Management* 12(3): 98–111
- Hollnagel, E., Woods, D. D. og Levenson, N. C. (2006). *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. Aldershot, UK: Ashgate
- Hollnagel, E. & Fujita, Y. (2013). The Fukushima Disaster – Systemic Failure as the Lack of Resilience. *Nuclear Engineering and Technology* 45(1), 13-20.
DOI:10.5516/NET.03.2011.078
- Høgestøl. (2014). *Sosiale Medier-et Verktøy I Kommunal Krisehåndtering?* (Masteroppgave, Universitet i Stavanger) Hentet fra:
https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/221344/Hogestol_Katrine_Einarse_n.pdf?sequence=5&isAllowed=y

- Høiseth, K. (2019). *Muligheter ved utfall i Nødnett* [PowerPoint slides]. Hentet fra:
<https://www.nodnett.no/globalassets/presentasjoner/fagdag-sor-ost-2019/presentasjon-dsb-muligheter-ved-utfall-i-nodnett.pdf>
- Ipsos. (2020). *Befolkningsundersøkelse: om norske husholdningers bevissthet og adferd knyttet til egenberedskap*. Hentet fra:
<https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/andre-rapporter/rapport---befolkningsundersokelse-om-husholdningers-egenberedskap-2020.pdf>
- Ipsos. (2021). *Ipsos SoMe-tracker Q1 '21*. Hentet fra:
<https://www.ipsos.com/nb-no/ipsos-some-tracker-q121>
- Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (3. utg.). Oslo: Cappelen Damm akademisk
- Jernbanedirektoratet. (2020). *Hovedrapport KVVU – Bedre nettdekning langs jernbanen*. Hentet fra:
https://www.regjeringen.no/contentassets/76eb74261aa845138093e3dc39e675f1/kvu_nettdekning.pdf
- Johansen, P. A., Stensland, M. & Bjørge, S. J. (2020, 30.mars) Flere kommuner sender befolkningsvarsel på SMS for å stoppe hytteeiere som er på vei til hytta. *Aftenposten*. Hentet fra:
<https://www.aftenposten.no/norge/i/zGjRv9/flere-kommuner-sender-befolkningsvarsel-paa-sms-for-aa-stoppe-hytteiere>
- Johannessen, A., Tufte P, A. & Christoffersen, L.(2016) *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg.) Oslo: Abstrakt forlag
- Johansen, W., & Frandsen, F. (2007). *Krisekommunikasjon: Når virksomhedens image og omdømme er truet*. Frederiksberg: Samfundslitteratur
- Justis- og beredskapsdepartementet (JD). (2012). *Samfunnssikkerhet*. (Meld.st. 29 (2011-2012)). Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-29-20112012/id685578/>
- Justis- og beredskapsdepartementet (JD). (2016). *Risiko i et trygt samfunn*. (Meld. st. 10 (2016-2017)). Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-10-20162017/id2523238/?ch=3>

- Justis- og beredskapsdepartementet (JD). (2019). *Veileder til nasjonal trippelvarslingsprosedyre mellom nødmeldesentralene*. Hentet fra:
<https://www.politiet.no/globalassets/03-rad-og-forebygging/beredskap/nasjonal-trippelvarslingsprosedyre-mellom-nodmeldesentralene.pdf>
- Justis- og beredskapsdepartementet (JD). (2020). *Samfunnssikkerhet i en usikker verden*. (Meld. St. 5 (2020-2021)). Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/contentassets/ba8d1c1470dd491f83c556e709b1cf06/no/pdfs/stm202020210005000dddpdfs.pdf>
- Justis- og politidepartementet (2002) *Samfunnssikkerhet: veien til et mindre sårbart samfunn*. (Meld. st. 17 (2000-2001)). Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/stmeld-nr-17-2001-2002-/id402587/>
- Justis- og politidepartementet. (2011) Fullføring av utbygging og drift av Nødnett i hele Fastlands-Norge (Prop. 100 S (2010–2011)). Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/contentassets/431d2e2892734472a36ed705dbf381da/no/pdfs/prp201020110100000dddpdfs.pdf>
- Kalajdzic, P. & Folkman, V. (2019, 31.juli). *Dette skjedde i Jølster*. Hentet fra:
<https://www.nrk.no/norge/dette-har-skjedd-tidslinje-jordras-jolstra-1.14644500>
- Kallelid, M. (2019a, 31.juli) En person savnet etter jordskred og flom. 150 evakuert. *Fædrelandsvennen*. Oslo: NTB Hentet fra:
<https://www.fvn.no/nyheter/i/3JoKqd/e39-i-joelster-stengt-etter-flere-jordras-maa-evakuere-fo-llk-i-baater>
- Kallelid, M. (2019b, 1. august) Manglende mobildekning var det verste for beredskap og politi i Jølster: - En sårbarhet kommer godt til syne. *Aftenposten*. Hentet fra:
https://www.aftenposten.no/norge/i/kJeLAA/en-saarbarhet-i-infrastrukturen-kommer-godt-til-syne-naar-slikt-skjer?fbclid=IwAR1t9lkwSK7SMvfKGvdM1x7ZXJLW8F94MYO9zIX2xhpusQUD6kvIF_kNL88.
- Karabulut, G. K., Khoshkholgh, M. G., Alfattani, S., Ibrahim, A., Darwish, T. S., Alam, M. S. & Yongacoglu, A. (2021). A vision and framework for the high altitude platform station (HAPS) networks of the future. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. Hentet fra:
<https://arxiv.org/pdf/2007.15088.pdf>

- Klassifiseringsforskrifta (2012). Forskrift om klassifisering og sikring av anlegg i elektroniske kommunikasjonsnett (FOR-2012-09-10-866). Hentet fra:
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-09-10-866>
- Kluge, V. (2019). *Samarbeid – nøkkelen til suksess Nødnett et trygt valg for en bransje i endring* [PowerPoint lysbilder]. Hentet fra:
<https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201709938/2801145>
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD). (2016). *Digital agenda for Norge*. (Meld.st. 27. (2015-2016)). Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-27-20152016/id2483795/>
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD). (2021). *Vår felles digitale grunnmur* (Meld. st. 28 (2020-2021)). Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-28-20202021/id2842784/>
- Konkurransetilsynet. (2018). *Vedtak V2018-20 – Telenor Norge AS og Telenor ASA – konkurranseloven § 29, jf. § 11 og EØS-avtalen artikkel 54* Hentet fra:
<https://konkurransetilsynet.no/wp-content/uploads/2019/01/V2018-20-Offentlig-versjon-Telenor-Norge-AS-og-Telenor-ASA.pdf>
- Kraftberedskapsforskriften. (2012). Forskrift om sikkerhet og beredskap i kraftforsyningen (FOR-2012-12-07-1157). Hentet fra
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-07-1157>
- Kristiansen, E. og Mullaliu, A. (2020). *En studie av sosiale medier som krisekommunikasjon i norsk kommunal sektor*. (Masteroppgave, Universitetet i Stavanger) Hentet fra:
<https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/2681489/MASTEROPPGAVE%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kruke, B.I. (2012). *Samfunnssikkerhet og krisehåndtering: Relevans for 22. juli 2011*. Notat 2012/ 07. Stavanger: Universitetet i Stavanger.
- Kruke, B.I. (2015). Planning for crisis response: the case of the population contribution. I Podofillini, L., Sudret, B., Stojadinovic, B., Zio, E. & Kröger, W. (red.). *Safety and Reliability of Complex Engineered Systems: ESREL 2015*. (s 177-185). London: Taylor & Francis Group.

- Kvalbein, A. & Lie, H. W. (2019) *Kraftbransjens uavhengighet av offentlig ekom.* (NVE Ekstern rapport nr 10-2018) Hentet fra:
http://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2018/eksternrapport2018_10.pdf
- Kvale, S., Brinkmann, S., Anderssen, T. M., & Rygge, J. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju.* (3. utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Kverndokk, K. (2017, 1.november) Sosiale medier og kjærlighetsfortellingen om 22. juli. *22. juli-senteret.* Hentet fra:
<https://22julisenteret.no/ressurs/sosiale-medier-og-kjaerlighetsfortellingen-om-22-juli/>
- Lom, J.A.G. (2021, 13.januar). Over to millioner hører ikke flyalarmen. Snart kan du få varselet på mobilen. *Aftenposten.* Hentet fra:
<https://www.aftenposten.no/norge/i/2d9zaq/over-to-millioner-hoerer-ikke-flyalarmen-snart-kan-du-faa-varselet-paa-m>
- Lunde, I. K. (2019). *Praktisk krise- og beredskapsledelse* (2. utg.). Oslo: Universitetsforlaget
- Lynggaard, K. (2012). Dokumentanalyse. I S. Brinkmann, & L. Tanggard (Red.), *Kvalitative metoder – empiri og teoriutvikling.* Oslo: Gyldendal Akademisk
- Løvik, K. (2015). *Krisehåndtering online: Sosiale medier i krisekommunikasjon og beredskapsarbeid.* Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Maal, M, Isaachsen, M & Torget, K. (2017) *Tverrsektoriell sårbarhet: Hvordan få oversikt over sårbarhet i kritiske samfunnsfunksjoner?.* (FFI-RAPPORT 16/00723) Hentet fra:
<https://www.ffi.no/publikasjoner/arkiv/tverrsektoriell-sarbarhet-hvordan-fa-oversikt-over-sarbarhet-i-kritiske-samfunnsfunksjoner>
- Myrstad-Nilsen, I. (2021, 2.juni) Befolkningsvarsling. Hentet fra :
<https://www.ringsaker.kommune.no/befolkningsvarsling.382751.no.html>
- Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (2016a). *Kartlegging og vurdering av infrastruktur som kan nyttiggjøres av datasentre* Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/contentassets/42f31d6b6a1540c2b1dbf73c55e176da/kartlegging-og-vurdering-av-infrastruktur.pdf>

- Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (2016b). *Robust elektronisk kommunikasjon - veiledning og råd til kommuner* Hentet fra:
<https://www.statsforvalteren.no/siteassets/utgatt/fm-finnmark/dokument-fmfi/beredskap/nkom-mobil-kraft-samordning/2016-nkom---robust-elektronisk-kommunikasjon---veiledning-og-rad-til-kommuner.pdf>
- Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (2017). *Robuste og sikre nasjonale transportnett - Målbilder og sårbarhetsreducerende tiltak*. Hentet fra:
https://www.regjeringen.no/contentassets/e5a6166743d949e8a703f9feae23dc0f/robin_rapport.pdf
- Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (2019). *Etablering av midlertidig mobildekning ved utfall*. Hentet fra:
https://www.nkom.no/aktuelt/nkom-har-levert-dronerapport-til-statsrad-astrup/_attachment/download/c5046409-abef-4ee7-b048-2237022678a7:33d57a355b591435ba73501ae498ad867c1c5305/Rapport%20-%20gjenoppretting%20av%20mobildekning%20-%2029%20okt.pdf
- Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (2020a). *Analyse av markedet for tilgang til og samtaleoriginering i offentlige mobilkommunikasjonsnett*. Hentet fra:
https://www.nkom.no/ekom-markedet/markeder/marked-15-tilgang-til-mobilnett/_attachment/download/56bc8b75-1d9f-420f-ad34-871049b7bdcd:c7b07e7682c6445aaa14e2ddf2d3c01571692d22/M15%20Vedlegg%201%20Markedsanalyse.pdf
- Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (2020b). *EKOMROS 2020: Den digitale grunnmuren satt på prøve*. Hentet fra: <https://www.nkom.no/rapporter-og-dokumenter/ekomros2020>
- Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (2020c). *Fortsatt telefonidekning selv om kobbernettet stenger*. Hentet fra:
<https://www.nkom.no/aktuelt/fortsatt-telefonidekning-selv-om-kobbernettet-stenger>
- Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (2020d). *Frekvenskompass for mobilkommunikasjon - Veikart for frekvenser til mobilkommunikasjon og introduksjonen av 5G* Hentet fra:
https://www.nkom.no/frekvenser-og-elektronisk-utstyr/frekvensstrategi-og-internasjonalt-arbeid/_attachment/download/4043371a-9651-44e8-b69c-60f338c5d39c:c598cdd12ad28482803f58a084eabab9e3be979e/Nkom%20-%20Frekvenskompass%20for%20mobilkommunikasjon%20-%20desember%202020.pdf

Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (2020e). *Nødnummer, nødanrop og lokalisering*.

Hentet fra:

<https://www.nkom.no/telefoni-og-telefonnummer/nodnummer-nodanrop-og-lokalisering>

Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom) (2020f) *Lover og forskrifter*. Hentet fra:

<https://www.nkom.no/om-nkom/lover-og-forskrifter>

Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (2020g). *Tilbyders sikkerhets- og beredskapsplikter*

Hentet fra:

<https://www.nkom.no/sikkerhet-og-beredskap/tilbyders-sikkerhets-og-beredskapsplikter>

Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (2020h). *Utkast til vedtak om utpeking av tilbyder med sterk markedsstilling og pålegg om særskilte forpliktelser i markedet for tilgang til og samtaleoriginering i offentlige mobilkommunikasjonsnett*. Hentet fra:

https://www.nkom.no/ekom-markedet/markeder/marked-15-tilgang-til-mobilnett/_/attachment/download/40e22087-6159-4687-bec8-e448c6451af2:d206240323d47adebe1557b212352d2af50aa221/M15%20Utkast%20til%20vedtak%20Offentlig.pdf

Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (u.å.). *Statistikk - fasttelefoni - bredbåndstelefon*

Hentet fra:

<https://ekomstatistikken.nkom.no/#/statistics/details?servicearea=Fasttelefoni&label=Bredb%C3%A5ndstelefon%20-%20abonnement>

Njå, O., Sommer, M., Rake, E. L. & Braut, G. S. (2020). *Samfunnssikkerhet*. Oslo:

Universitetsforlaget

Nordvang, K., H. (2013) *Det er aldri så svart som når det er som mørkest : en studie om hvordan nettselskapene ivaretar krisekommunikasjon ved langvarig strømbrudd og bortfall av elektronisk kommunikasjon*. (Masteroppgave, Universitetet i Stavanger). Hentet fra:

https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/184738/Nordvang_Kamilla_Haugaasen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). (2013). *Veiledning til forskrift om forebyggende sikkerhet og beredskap i energiforsyningen* Hentet fra:

http://publikasjoner.nve.no/veileder/2013/veileder2013_01.pdf

- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). (2021). *Veiledning til forskrift om forebyggende sikkerhet og beredskap i energiforsyningen* Hentet fra:
<https://www.nve.no/damsikkerhet-og-kraftforsyningsberedskap/kraftforsyningsberedskap/veiledning-til-kraftberedskapsforskriften/>
- Norris, F.H., Stevens, S.P., Pfefferbaum, B., Wyche, K.F., & Pfefferbaum, R.L. (2008). Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities and Strategy for Disaster Readiness. *American Journal of Community Psychology*, 41(1-2), 127-150.
DOI:10.1007/s10464-007-9156-6
- NOU 2000:24 *Et sårbart samfunn*. Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2000-24/id143248/>
- NOU 2012:14 *Rapport fra 22.juli-kommisjonen*. Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2012-14/id697260/>
- NOU 2015:13. (2015). *Digital sårbarhet – sikkert samfunn*. Oslo: Justis- og beredskapsdepartementet. Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/contentassets/fe88e9ea8a354bd1b63bc0022469f644/no/pdfs/nou201520150013000dddpdfs.pdf>
- NOU 2018:17. (2018). *Klimarisiko og norsk økonomi*. Oslo: Finansdepartementet. Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2018-17/id2622043/>
- Nyeng, Frode (2012). *Nøkkelbegreper i forskningsmetode og vitenskapsteori*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Nødnett.no (u.å.) *Forside*. Hentet 01.mai 2021 fra: <https://www.nodnett.no/>
- Olsen, O. K. & Eid, J. (2018) *Operativ ledelse - en introduksjon*. I (Red.) Eid, J. & Johnsen, B. H. *Operativ psykologi* (3. utg.). Fagbokforlaget: Bergen
- Olsen, O. E., & Mathiesen, E. R. (2019). *Media og krisehåndtering* (2. utg.). Oslo: Cappelen Damm Akademisk
- Olson, R.S. (2000). Towards a politics of disaster. Losses, values, agendas and blame. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* 18 (2): 265-287.
- Olsson, E.K. (2014). *Dimensions of Crisis Communication Revisited*. *J Contingencies & Crisis Man*, (22) 113-125. DOI: 10.1111/1468-5973.12047

- Oren, D. (2020). *World's largest emergency service network: satellite communications powered by Gilat* [PowerPoint lysbilder]. Hentet fra:
<https://www.gilat.com/wp-content/uploads/2020/07/Gilat-Presentation-July-21-2020-Emergency-Communications-for-Via-Satellite-Virtual-Conference.pdf>
- Oslo Economics. (2014). *Beredskap for nødkommunikasjon ved lengre strømbrudd* Hentet fra:
https://www.nodnett.no/globalassets/dokumenter/rapporter/rapport_beredskap_for_nodkommunikasjon_strombrudd.pdf
- Pettersen, K.A. og Schulman, P.R. (2016). Drift, adaptation, resilience and reliability: Toward an empirical clarification. *Safety Science*. DOI: 10.1016/j.ssci.2016.03.004
- Pettersen, S.A (2013, 12. november). Slik har teknologien endret nødhjelpsarbeidet. *NRK*. Hentet fra:
<https://www.nrk.no/urix/teknologi-endrer-nodhjelpsarbeidet-1.11351020>
- Politidirektoratet (2018). *Felles sambandsreglement for Nødnett*. Hentet fra:
<https://www.nodnett.no/globalassets/felles-sambandsreglement-for-nodnett.pdf>
- Politidirektoratet (2020). *PBS i politiets beredskapssystem Del I Retningslinjer for politiets beredskap*. Hentet fra: <https://www.politiet.no/globalassets/05-om-oss/03-strategier-og-planer/pbsi.pdf>
- Politiet (2018). *Strategi for fremtidig IKT-funksjon i politiet*. Hentet fra:
https://www.politiet.no/globalassets/05-om-oss/03-strategier-og-planer/strategi-for-fremtidig-ikt-funksjon-i-politiet_hoveddokument.pdf
- Post- og teletilsynet. (2013). *Varsel om vedtak: minstekrav til reservestromskapasitet i landmobile nett*. Hentet fra:
<https://docplayer.me/36237879-Varsel-om-vedtak-minstekrav-til-reservestromskapasitet-i-landmobile-nett.html>
- Postholm, M. B. (2010). *Kvalitativ metode : En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier* (2. utg.). Oslo: Universitetsforlaget
- Quyang, M., Duenñas-Osorio, L., & Min, X. (2012) A three-stage resilience analysis framework for urban infrastructure systems. *Structural Safety* 36-37(2012), 23-31.
DOI: 10.1016/j.strusafe.2011.12.004
- Rasmussen, J., & Svedung, I. (2000). *Proaktive Risk Management in a Dynamic Society*. Karlstad: Swedish Rescue Services Agency
- Rausand, M. og Utne, B. I. (2009). *Risikoanalyse: teori og metoder*. Bergen: Fagbokforlaget

- Regjeringen. (2019, 11. November). *Etablering av midlertidig mobildekning ved utfall*. Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/etablering-av-midlertidig-mobildekning-ved-utfall/id2676182/>
- Repstad, P. (1987) *Mellom nærhet og distanse*. Oslo:Universitetsforlaget
- Robot Aviation (2020) *Søknad om støtte til videre utvikling av «Beredskapsdrone»*
- Roland, R.G. (2018) *Samband og befolkningsvarsel, innlegg fylkesmannens fagdag i Stavern 7. september 2018* [PowerPoint lysbilder]. Hentet fra:
<https://www.statsforvalteren.no/siteassets/utgatt/fm-telemark/dokument-fmte/samfunnssikkerhet/fagdager/presentasjon---rolf-g.-roland.pdf>
- Rosenthal, U., Charles M. T. og t'Hart, P. (1989). *Coping With Crisis. The Management of Disasters, Riots and Terrorsim*. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas
- Ryste (2018). *SoMe - So What?: Sosiale medier i kommuners krisehåndtering* (Masteroppgave, Universitet i Stavanger) Hentet fra:
https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/2508229/Ryste_Heidi.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Røsok, M. F. D. (2017) *Kan vi sikre oss mot flom?: En kvalitativ studie av forebyggingsarbeid i norske kommuner*. (Masteroppgave, Universitetet i Tromsø). Hentet fra:
<https://munin.uit.no/handle/10037/11345>
- Samferdselsdepartementet (2015). *Klage på vedtak om minstekrav til reservestromkapasitet i landmobile nett*. Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/contentassets/0c8cc18666a1468889983a5a5b8aa303/vedtakklage28042015.pdf>
- Samfunnssikkerhetsinstruksen (2017). Instruks for departementenes arbeid med samfunnssikkerhet (FOR-2017-09-01-1349). Hentet fra:
<https://lovdata.no/dokument/INS/forskrift/2017-09-01-1349>
- Sarkissian, H. (2020). *The Business Case for Caching in 4G LTE Networks*. Hentet fra:
https://www.wireless2020.com/images/white-papers/LSI_WP_Content_Cach_Cv3.pdf
- Schneider, S.K. (1995) *Flirting with disaster. Public management in crisis situations*. New York: M.E. Sharpe.

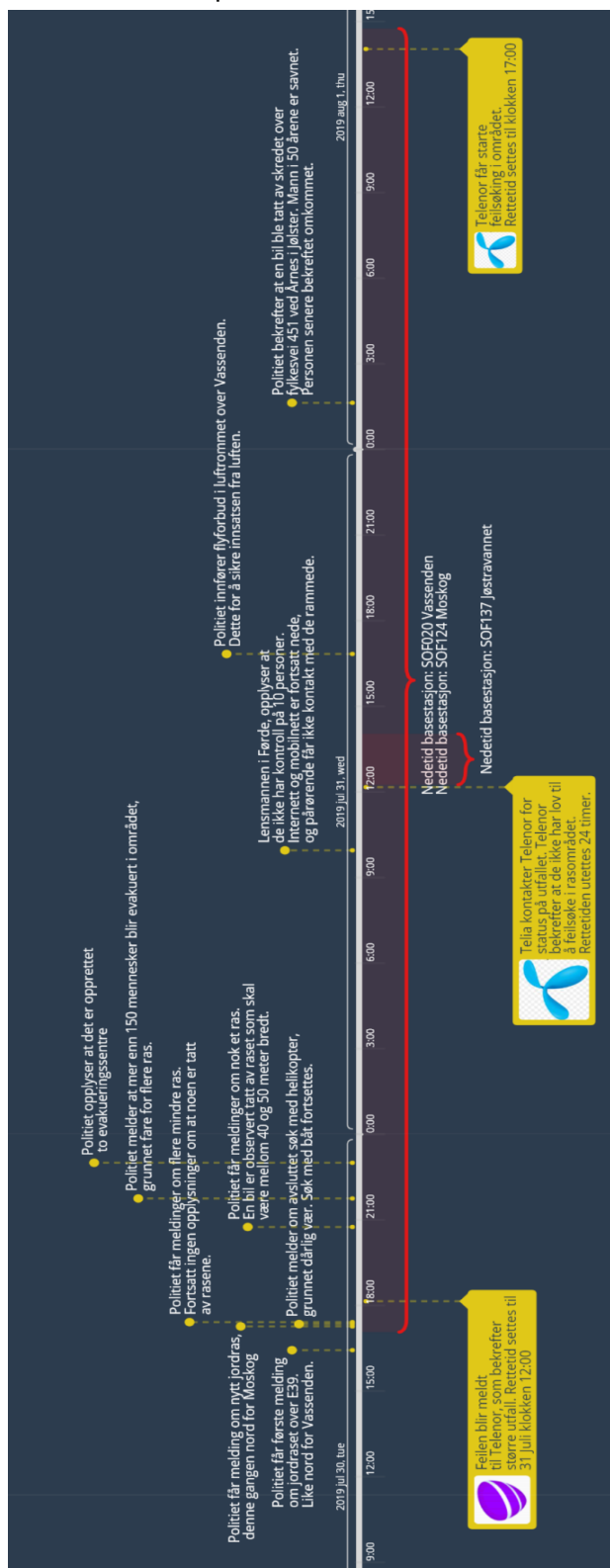
- Sedin, J., Feltrin, L., & Lin, X. (2020). Throughput and capacity evaluation of 5G new radio non-terrestrial networks with LEO satellites. *IEEE Globecom*. Hentet fra: <https://arxiv.org/pdf/2012.02136.pdf>
- Seltzer, E. & Mahmoudi, D. (2013). Citizen participation, open innovation, and crowdsourcing. Challenges and opportunities for planning, *Journal of Planning Literature* 28 (1): 3-18. DOI: 10.1177/0885412212469112
- Sharma, P. K., Sharma, D., & Gupta, A. (2016). Cell Coverage Area and Link Budget Calculations in LTE System. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(S1). DOI: 10.17485/ijst/2016/v9is1/107935
- Sirdal Media (2021, 24.januar) Strøm, mobil og bredbånd tilbake. *Sirdal Media*. Hentet fra: <https://www.sirdalmedia.no/2021/01/strom-mobil-og-bredband-tilbake/>
- Sivilforsvaret. (u.å.). *Varsling av befolkninga*. Hentet fra: <https://www.sivilforsvaret.no/dette-er-sivilforsvaret/varslinger/>
- Solheim, E. (2020) *Teknisk-økonomisk analyse av mobile basestasjoner*. Masteroppgave, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Hentet fra: <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2678677>
- Spence, P., Lachlan, K. & Griffin, D. (2007). *Crisis Communication, Race, and Natural Disasters*. *Journal of Black Studies*. 37. 539-554. DOI:10.1177/0021934706296192
- Statistisk sentralbyrå (SSB). (2020). *Fakta om internett og mobil*. Hentet fra: <https://www.ssb.no/teknologi-og-innovasjon/faktaside#faktaside-sticky-menu>
- Statsforvalteren i Agder. (2016, 2. november). Bortfall av elektronisk kommunikasjon. Hentet fra: <https://www.statsforvalteren.no/nn/agder/Samfunnstryggleik-og-beredskap/ROS-Agder/Store-ulykker1/Bortfall-av-elektroniks-kommunikasjon/>
- Stavland, B. og Bruvoll, J. A. (2019). *Resiliens - hva er det og hvordan kan det integreres i risikostyring?* (FFI-RAPPORT 19/00363). Hentet fra: <https://publications.ffi.no/nb/item/asset/dspace:6458/19-00363.pdf>
- Sunnørsposten (2019, 31. juli) Fem av Telenors basestasjoner satt ut av ras i Jølster. *Oslo: NTB*. Hentet fra: <https://www.smp.no/ntb/innenriks/2019/07/31/Fem-av-Telenors-basestasjoner-satt-ut-av-ras-i-J%C3%B8lster-19602453.ece>

- Telia (2019, 4.september). *Telia og Tussa inngår fiberavtale*. Hentet fra:
<https://presse.telia.no/pressreleases/telia-og-tussa-innngaar-fiberavtale-2913064>
- Telia (u.å.). *Hastighet*. Hentet fra: <https://www.telia.no/hastighet/>
- Thagaard, T. (2018). *Systematikk og innlevelse. En innføring i kvalitativ metode*. (5. utg.).
Bergen: Fagbokforlaget
- Thales (2020, 8. januar) *Thales alenia space and thale sign concept study contract with french defense procurement agency for a stratobus type platform*. Hentes fra:
<https://www.thalesgroup.com/en/worldwide/space/press-release/thales-alenia-space-and-thale-s-sign-concept-study-contract-french>
- Tjora, A. H. (2012). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (2. utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Turner, B. (1976). The Organizational and Interorganizational Development of Disasters. I
Administrative Science Quarterly 21(3): 378–397.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR). (2017). *Resilience*. I UNISDR
Terminology. Hentet fra: <https://www.unisdr.org/we/inform/terminology#letter-r>
- Van der Windt, P. & Humphreys, T. J. (2016) Crowdsourcing in Eastern Congo. Using cell phones to collect conflict events data in real time, *Journal of Conflict Resolution*, 60 (4): 748-781.
DOI: 10.1177/0022002714553104
- Vatnaland, L. & Aasmyr, Å.W. (2019). *Resiliens, et nyttig begrep i risikostyring?: En kvalitativ studie om risikostyring i en industriell organisasjon*. (Masteroppgave, Universitetet i Stavanger)
Hentet fra: <https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/handle/11250/2628228>
- Zeng, Y. Wu, Q. & Zhang, R. (2019). *Accessing From The Sky: A Tutorial on UAV Communications for 5G and Beyond*. Hentet fra: <https://arxiv.org/abs/1903.05289>

Vedlegg

Vedlegg A

Egenprodusert skisse av hendelsesforløp i Jølster, utarbeidet for å få oversikt til å skrive tidslinje.



Vedlegg B

Bruneau et al. (2003) - Dimensjoner av resiliens

	Teknisk	Organisatorisk	Sosial	Økonomisk
Robustness	Unngå skade Fortsette å tilby tjenester.	Fremdeles evne til å utføre utnevnte/utvalgte funksjoner.	Unngå tap og forstyrrelser i samfunnet.	Unngå direkte og indirekte økonomiske tap.
Redundans	Back-up/dupliseringssystemer, utstyr og forsyninger.	Back-up ressurser for å opprettholde operasjoner (f.eks. alternative lokasjoner).	Alternative metoder for å dekke samfunnets behov.	Utnyttet eller overflødig økonomisk kapasitet (f.eks. varelager, leverandører)
Ressurssterkhet	Diagnostisering og skadedeteksjonsteknologier og -metodikk.	Planer og ressurser for å takle skader og forstyrrelser (f.eks. gjensidig hjelp, beredskapsplaner og beslutningsstøttesystemer).	Planer og ressurser for å møte samfunnets behov.	Stabiliserings-tiltak (f.eks. kapasitetsforbedringer og kreve modifisering, ekstern assistanse, optimalisere gjenopprettingsstrategier).
Rapiditet	Optimalisere gjenopprettingstiden av funksjonsnivå etter hendelsen.	Minimere tiden for gjenoppretting av tjenester og utføre viktige responsoppgaver.	Optimalisere gjenopprettingstiden av funksjonsnivå etter hendelsen.	Optimalisere gjenopprettingstiden av funksjonsnivå etter hendelsen.

Vedlegg C

Introduksjon

Starte intervjuet med å presentere hvem vi er, oppgaven og formålet med den. Videre informere om taushetsplikt og anyonymitet. Be om samtykke til å gjennomføre opptak, der hvor dette er relevant i forhold til tenkt metode. **Snøballmetoden benyttes under intervjuet, hvor det vil stilles oppfølgende spørsmål, basert på svarene fra de ulike aktørene.**

Ekomloven

1. Hvordan forstås “nødvendig beredskap” og “forsvarlig sikkerhet” i § ekomloven 2-10?
2. Ekomlovens § 2-10 forteller at “tilbyder skal dekke kostnadene ved oppfyllelsen av dette”. Hvor går grensene for hva samfunnet kan forvente av kommersielle aktører, sett i forhold til dette?

Rolle, ansvar og myndighet

1. Hvordan er rolle, ansvar og myndighet fordelt mellom operatør, tilsynsmyndighet, stat og kommune for sikring av transportnett og basestasjoner tilknyttet nødnett og mobilnett?

Generelt om mobilnett/nødnett

1. Hva anser dere som de største sårbarhetene ved dagens system for robusthet, for å kunne sikre kontinuerlig tilgang på Nødnett eller mobilnett?
2. Hvilke tiltak anser dere som nødvendige å få på plass, for å sikre behovet for kommunikasjon ved uønskede hendelser og kriser?

Programmet forsterket ekom

1. Får transportnettverket tilhørende basestasjoner med “forsterket ekom” også reservestrømskapasitet, tilsvarende tre døgn?

Transportable basestasjoner

1. Statlig finansierte mobile basestasjoner for mobilnett og Nødnett er en del av beredskapen. Hva er kriteriene for at disse skal utplasseres?
2. Tidligere erfaringer tilsier at det kan ta over tolv timer før en mobil basestasjon tilhørende mobilnettet er operativ. Kravet til nødstrøm er kun noen få timer. Hvordan mener dere samfunnet er forberedt på denne divergensen i en krisesituasjon?

Ekonom og kraft

1. Hvordan fungerer samvirket mellom kraft- og økonomisektoren?
2. Hvis utfordringer - hva består utfordringene i og hvordan kan disse utbedres?

Avslutning

Spørre om det er noe mer de ønsker å legge til. Videre om de har relevante dokumenter eller rapporter som kan deles, dersom dette ikke har kommet opp underveis i intervjuet.

Undersøke om det er andre personer eller aktører som de mener vi bør ta forbindelse med.

Vedlegg D

Vil du delta i forskningsprosjektet

”Krisekommunikasjon ved bortfall av kommunikasjonsinfrastruktur”?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å sikre nødvendig mobil- og nødnett ved utfall av kommunikasjonsinfrastruktur. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Studien er en masteroppgave som tar sikte på å beskrive dagens kommunikasjonsinfrastruktur, tidligere hendelser med utfall av mobildekning i kriser. Vi ønsker å avdekke hvilket behov som finnes for krisekommunikasjon, hvilke krav som finnes og hvilke tiltak som er implementert i beredskapen for å sikre mobildekning i kriser. Vi vil også undersøke hvordan ny teknologi muligens kan bidra til å styrke den eksisterende beredskapen.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Universitetet i Stavanger er ansvarlig for prosjektet, og Første amanuensis Bjørn Ivar Kruke er veileder for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Datainnsamlingen for studien vil blant annet gå ut på intervjuer av personer med relevante stillinger knyttet til ekom, krisekommunikasjon og beredskap.

Grunnet din sentrale rolle som beredskapsansvarlig i XX, er du en nøkkelperson vi gjerne ønsker å intervjuer.

Hva innebærer det for deg å delta?

Vi håper på at du vil delta gjennom intervju. Enten at vi møtes ringes eller videoringer (som Teams, Skype, Zoom etc.). Det vil ta 45-60 minutter. Dersom det ikke er mulig med intervju er vi også åpne for mail utveksling. Intervjuet vil gjennomføres som et semi-strukturert intervju, hvor vi går inn på temaer knyttet til ekom, krisekommunikasjon og beredskap, hvor du svarer med egne erfaringer og kunnskap om temaene.

Dersom du tillater det, vil vi også gjerne gjøre opptak av intervjuet for transkribering. Dette gjøres kun for å minimere sjansen for feiltolkning, informasjon som blir borte i mengden, dårlig hukommelse og lignende. Opptaket vil bli slettet så fort transkriberingen er gjort. Transkriberingen bli være anonymisert og destruert ved studiens slutt.

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Det vil kun være prosjektgruppen, bestående av to studenter, som vil ha tilgang til lydfil av intervjuet. Opptaket vil bli lagret på enhet uten tilgang til internett. Transkriberingen vil bli anonymisert, både navn, arbeidssted, arbeidstitel og annen informasjon som kommer frem under intervju som vil kunne avdekke din identitet. Transkriberingen vil det kun være prosjektgruppen og veileder ha tilgang til.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er juni 2021.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Universitetet i Stavanger har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

Oda Uhlen Solheim, prosjektgruppe – tlf: 48494950
Christian Egebakken, prosjektgruppe – tlf: 40074410
Bjørn Ivar Kruke, Første amanuensis ved UiS, veileder tlf: 51831548

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med: ·
NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen
Oda Uhlen Solheim og Christian Egebakken
Prosjektgruppe – Masteroppgave ved Universitet i Stavanger