



Fremtidens driftsradio i energiforsyningen

Amund Kvalbein og Harald Wium Lie

81
2017



Fremtidens driftsradio i energiforsyningen

Rapport utarbeidet av Analysis Mason for
Norges vassdrags- og energidirektorat



Norges vassdrags- og energidirektorat
2017

R
A
P
P
O
R
T

Rapport nr 81-2017

Fremtidens driftsradio i energiforsyningen

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Janne Hagen

Forfattere: Amund Kvalbein og Harald Wium Lie

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 50

Forsidefoto: Wikimedia Commons

ISBN 978-82-410-1634-9

ISSN 1501-2832

Sammendrag: I denne rapporten diskuterer Analysis Mason på oppdrag fra NVE mulige modeller for fremtidens driftsradio. Rapporten gir en innføring i LTE.

Emneord: Driftsradio, LTE, nødnett

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

November 2017

Innhold

Forord	4
1 Konsulentten	5
2 Driftsradio i energisektoren	6
2.1 Forskriftskrav	7
2.2 Teknologier for driftsradio	8
2.3 Modeller for bruk av driftsradio i energisektoren i dag	9
2.4 utfordringer med dagens løsninger	9
3 LTE som mulig teknologi for driftsradio	11
3.1 LTE-funksjonalitet for nød- og beredskapsbrukere	11
3.2 LTE og Internet of Things	13
4 utfordringer med bruk av LTE som driftsradioløsning	14
4.1 Kort introduksjon til LTE	14
4.2 Krav og utfordringer ved bruk av LTE som driftsradioløsning	16
4.3 Modeller for LTE-basert driftsradio i energisektoren	17
4.4 Frittstående nett	18
4.5 Eget kjernenett	20
4.6 Vertikalt delte nett	20
4.7 Integrerte nett	21
5 Diskusjon	23
5.1 Utviklingen i de offentlige mobilnettene	23
5.2 Offentlige mobilnett – mulig bærer for neste generasjon Nødnett	24
5.3 Mulig modell for integrerte nett	24
5.4 Oppsummering og behov for videre kartlegging og utredning	25

Forord

Det foregår en rask utvikling innen mobil radiokommunikasjon, særlig innen den internasjonale rammen av 3GPP (LTE/5G). LTE er i dag den bærende teknologien i kommersielle mobilnett. Samtidig er teknologi, som i utgangspunktet ble utviklet for kommersielle mobilnett nå i ferd med å finne nye anvendelser innen beredskapskommunikasjon. Med utviklingen av LTE mot 5G, ser vi en tendens til at radionettene får en mer fleksibel og modulær arkitektur. Denne utviklingen forsterkes gjennom bruken av virtualisering og standard maskinvare komponenter i mobilnettene. Dette innebærer at det kan bli mulig å bygge dedikerte mobilnett som oppfyller bestemte krav til robusthet, prioritet og funksjonalitet et geografisk område, som samtidig virker sammen med et større offentlig mobilnett i en normalsituasjon.

Beredskapsforskriften stiller krav til bruk av driftsradio (bfe § 7-17). Mange selskap benytter i dag radioløsninger som er teknologisk på vei ut. Tradisjonelle teknologier benyttet som driftsradio i energisektoren har flere svakheter som begrenset funksjonalitet, ingen støtte for høyhastighets data, liten leverandørindustri og vanskelig tilgang på relevant kompetanse. Det er derfor ønskelig å se hvordan LTE og etterfølgende teknologier (5G) kan utvikles og utnyttes for å etablere en fremtidsrettet og effektiv løsning for radiokommunikasjon i energisektoren.

NVE har engasjert Analysis Mason (tidligere Nexia) til å utrede om fremtidige 5G løsninger kan tilfredsstille NVEs krav til driftsradio. I følge denne rapporten peker LTE seg ut som den best egnede teknologien for å bote på manglene ved tradisjonelle radiosystemer. Rapporten dokumenterer at nye funksjoner i LTE-standarder gjør denne mer egnet til å dekke behovene i en driftsradioløsning og drøfter så mulige driftsmodeller for LTE.

Mange selskaper er i ferd med å fornye sin driftsradio-løsning. NVE vil fortsatt bidra til deling av informasjon og erfaringer på dette området. NVE vil også følge teknologiutviklingen og jevnlig vurdere om de kravene vi stiller til driftsradio er relevante.

Oslo, 16. november 2017



Ingunn Åsgard Bendiksen
avdelingsdirektør



Eldri Holo
Seksjonssjef

1 Konsulenten

Rapporten er utarbeidet av Amund Kvalbein og Harald Wium Lie i tidsrommet mai-september 2017, i dialog med fagressurser i NVE. I prosessen har vi hentet innspill fra

Eidsiva Energi

Glitre Energi

Lofotkraft

Sogn og Fjordane Energi

Statnett

Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet

Ericsson

Analysys Mason AS

Tjuvholmen allé 19

0252 Oslo

Norway

Tel: +47 920 49 000

oslo@analysysmason.com

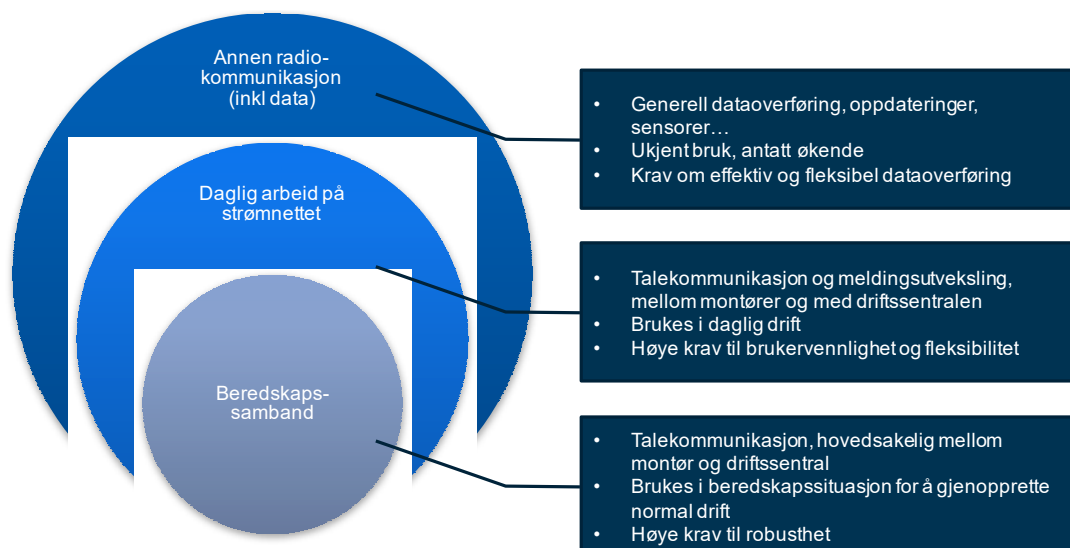
www.analysysmason.com



2 Driftsradio i energisektoren

Driftsradio er et sentralt verktøy i energiselskapenes daglige virke. Med driftsradio forstår vi i denne rapporten det mobile radionettet som benyttes til drift, overvåkning og feilretting i energiforsyningen. Blant annet benyttes driftsradioen som et talesamband av montører og annet personale i forbindelse med arbeid i strømmettet. Driftsradioen kan imidlertid også ha flere bruksområder, inkludert som databærer for overvåkning og/eller styring av elementer i strømmettet. Energiselskapene er avhengige av en velfungerende driftsradioløsning for effektiv kommunikasjon mellom montører i felt og driftssentral. Uten slik kommunikasjon får ikke montører koblet til eller fra strøm, og alt arbeid på kraftlinjer vil stoppe opp.

Figur 1: Beredskapssamband, driftsradio og annen trådløs kommunikasjon.



Driftsradioen som definert over skal ivareta flere ulike funksjoner. Figur 1 viser en oversikt over forskjellige behov for trådløs kommunikasjon som en driftsradioløsning bør understøtte. I rollen som *beredskapssamband* skal driftsradioen benyttes for å gjenopprette normal drift i en beredskapssituasjon. Typisk vil dette være talekommunikasjon mellom montører og driftssentral. Beredskapssambandet er en kritisk komponent når det gjelder å sikre energiforsyningen, og har derfor høye krav til robusthet. Særlig er det viktig at beredskapssambandet er operativt ved lengre brudd i strømforsyningen. Driftsradioen brukes også til *daglig drift av strømmettet*, og da særlig til kommunikasjon mellom montører og driftsleder. Driftsradioen er et viktig arbeidsverktøy for disse brukerne, og det er derfor viktig at denne har god brukervennlighet og fleksibilitet i bruksmønsteret. Til sist finnes det også en rekke andre behov for *generell radiokommunikasjon* som en driftsradio kan eller bør understøtte. Dette vil typisk være behov for trådløs datakommunikasjon av

ulike typer. Eksempler kan være tilgang til dokumentasjon og driftssystemer i felt, fjernovervåkning av systemer eller komponenter, sensorsystemer eller lignende.

Av de tre rollene diskutert over, er det rollen som beredskapssamband som i størst grad er styrende for energiselskapenes driftsradionøysninger. Dette dokumentet diskuterer krav og løsninger knyttet til alle disse tre ulike rollene til en driftsradionøysning. En sentral problemstilling er hvorvidt det finnes løsninger som i større grad kan ivareta alle de tre rollene.

2.1 Forskriftskrav

Beredskapsforskriftens §7-17¹ stiller en rekke krav til driftsradionøysning i energiselskaper:

Alle enheter i KBO som er avhengig av pålitelig mobilkommunikasjon for drift, sikkerhet eller gjenoppretting av funksjon, skal ha tilgang til et mobilt sambandssystem. Dette sambandssystemet skal:

- a. Omfattes av den generelle sikringsplikten etter § 5-1.*
- b. Til enhver tid holdes i funksjonsdyktig stand, være klar til bruk, og det skal være rask tilgang på kritiske reservedeler og kompetanse på feilretting.*
- c. Kunne betjenes av personell med nødvendig kompetanse til bruk.*
- d. Ha tilstrekkelig dekningsgrad for kraftforsyningens anlegg og drift.*
- e. Kunne fungere uavhengig av funksjonssvikt i offentlige elektroniske kommunikasjonstjenester eller kommunikasjonsnett.*
- f. Ha tilstrekkelig nødstrøm ved omfattende eller langvarige strømbrydd, herunder et nødstrømssystem med automatisk start og minimum 48 timer selvstendig driftstid.*
- g. Ha nødvendig funksjonalitet med blant annet direkte apparat til apparat-kommunikasjon, gruppesending og felles oppkall.*
- h. Kunne fungere som reservesamband om annet viktig samband svikter.*
- i. Der hvor radionettet benytter anlegg tilhørende et klassifisert driftskontrollsystem eller hvor det må regnes som en del av dette, skal sambandssystemet beskyttes i henhold til driftskontrollsystemets klasse.*

¹ Forskrift om forebyggende sikkerhet og beredskap i energiforsyningen, NVE 2013

j. Der hvor radionettet er digitalisert og f.eks. baserer seg på IP-løsninger, skal dette sikres mot uautorisert tilgang, spredning av uønsket programvare, urettmessig overtakelse m.m. etter relevante bestemmelser i denne forskrift.

Disse forskriftskravene virker særlig å være rettet mot å ivareta driftsradioens rolle som et beredskapssamband som skal være tilgjengelig i situasjoner der annet samband (som offentlige mobilnett) feiler. Dette reflekteres blant annet i kravene om tilstrekkelig nødstrøm og uavhengighet av offentlige nett.

Vi legger til grunn at intensjonen bak disse kravene fortsatt må oppfylles dersom man skal åpne for driftsradioløsninger basert på andre modeller enn dagens.

2.2 Teknologier for driftsradio

Det finnes i hovedsak to aktuelle teknologier som kan benyttes dersom et energiselskap ønsker å etablere et eget radionett i dag.

Digital Mobile Radio (DMR) er en standard for mobilradio vedlikeholdt av European Telecommunications Standards Institute (ETSI). Denne teknologistandarden retter seg først og fremst mot industri- og transportselskaper som har behov for radiokommunikasjon over relativt korte avstander eller i avgrensede geografiske områder. Den enkleste versjonen av DMR-standarden (DMR1) tillater kun direktekommunikasjon mellom håndsett, mens mer avanserte versjoner også tillater kommunikasjon via basestasjoner (DMR2) og sømløst over større områder (DMR3). DMR er en smalbånds radioteknologi, og er primært utviklet for talekommunikasjon i grupper. Det finnes også SMS-lignende funksjonalitet og mulighet for en viss dataoverføring med lav kapasitet.

Terrestrial Trunked Radio (TETRA) er en noe mer avansert standard for mobilradio, som i likhet med DMR vedlikeholdes av ETSI. TETRA retter seg mot et mer avansert marked enn DMR, og er den dominerende teknologien blant blålysetater i Europa. Det norske Nødnettet er bygget med TETRA-teknologi. TETRA er mer skalerbart enn DMR, på den måten at alle brukere kan bevege seg fritt mellom et stort antall basestasjoner i et stort geografisk område uten at dette påvirker deres evne til å snakke sammen i talegrupper. I likhet med DMR er datakapasiteten i et TETRA-nett svært begrenset, og i praksis kun egnet til enkel avlesning og fjernstyring.

Både DMR og TETRA benyttes av selskaper i energisektoren i egne radionett i dag. Det finnes imidlertid også flere energiselskaper som bruker eldre analoge driftsradioløsninger.

2.3 Modeller for bruk av driftsradio i energisektoren i dag

Selskaper i energisektoren har ulike behov og forutsetninger, og har valgt ulike driftskonsepter for sin driftsradio. Vi gir her en kort beskrivelse av ulike modeller som er i bruk i dag.

Driftsradio i eget radionett

En del energiselskaper opererer et dedikert radionett som dekker deres driftsområde, og benytter dette nettet både som beredskapssamband og til daglig drift. Dette innebærer at all kommunikasjon innad i montørlag og mellom montører og driftssentralen foregår over det dedikerte radionettet. Denne løsningen kan bidra til bedre informasjonsflyt i arbeidsprosesser, siden alle medlemmene i en talegruppe vil høre alle beskjeder i den aktuelle gruppa. Den har også den fordelen at driftsradioløsningen er i daglig bruk, og at den dermed er velkjent og innarbeidet den dagen en beredskapssituasjon oppstår.

Beredskapssamband i eget radionett, daglig drift i mobilnett

Andre energiselskaper benytter ikke sitt eget radionett i den daglige driften. I stedet benyttes offentlige mobilnett for kommunikasjon mellom montører og driftssentral. Dette oppfattes av mange som en mer smidig løsning, siden montører da slipper å ha med en ekstra radioterminal når de beveger seg ute i et anleggsområde. I stedet trenger de kun sin vanlige mobiltelefon, som i de fleste tilfeller likevel er med. Denne løsningen krever at det involverte personellet jevnlig trener på bruk av driftsradiosystemet, slik at både den tekniske utrustningen og kunnskap om bruk er på plass når en beredskapssituasjon oppstår.

Nødnett som beredskapssamband

Noen energiselskaper benytter Nødnett som driftsradio. Dette innebærer at de ikke har sitt eget radionett, men baserer seg på den dekning og den tilgjengelighet som finnes i Nødnett. På denne måten slipper energiselskapet å vedlikeholde en egen driftsorganisasjon for driftssambandet. Energiselskapene er selv ansvarlige for å vurdere om Nødnett oppfyller Beredskapsforskriftens krav til driftsradioløsning i det aktuelle virkeområdet.

2.4 Utfordringer med dagens løsninger

Dagens løsninger for driftsradio er i hovedsak etablert for å ivareta rollen som beredskapssamband. Et dedikert radionett under energiselskapenes kontroll gjør det mulig å bygge inn den dekningen og den reservestromkapasiteten som behøves. Det er imidlertid også flere utfordringer med dagens tilgjengelige løsninger:

Manglende datakapasitet. Et stadig økende antall tjenester krever tilgang til høykapasitets mobilbredbånd. For energisektoren kan aktuelle eksempler på datakrevende tjenester være videoinspeksjon av ødelagte strømlinjer eller annen infrastruktur, tilgang til støttesystemer, internetttilgang og så videre.

Manglende funksjonalitet. DMR og TETRA er teknologier som er skreddersydd for å tilby en enkelt tjeneste, nemlig gruppebasert talekommunikasjon. Dette er en viktig tjeneste, men ikke den eneste relevante tjenesten i et radionett for energisektoren. Tjenester som overvåkning og styring av komponenter, tilgang til støttesystemer og så videre er vanskelige å realisere i slike nett.

Krav til kompetanse og driftsorganisasjon. Drift og vedlikehold av et eget radionett krever at energiselskapene innehar egen kompetanse og driftsorganisasjon som kan utvikle og vedlikeholde driftsradioløsningen. De aktuelle teknologiene er ikke særlig utbredte, og det kan derfor være utfordrende å finne personell med riktig kompetanse.

Kostnader. Å etablere og drifte en driftsradioløsning som oppfyller kravene til robusthet og reservestrøm er kostbart. Kostnadene kunne trolig vært redusert dersom flere brukere fra andre organisasjoner også kunne benyttet det samme nettet.

En mer overordnet problemstilling knyttet til dagens løsninger for driftsradio er forholdet mellom rollen som beredskapssamband og rollen som samband for daglig drift. I daglig drift er dekning, brukervennlighet og funksjonalitet kanskje de viktigste parametrene for en god driftsradioløsning. Løsninger som oppfattes som tungvinte i bruk, eller som ikke tilbyr alle relevante funksjoner på en enkel måte, vil ofte bli nedprioritert av brukerne til fordel for andre løsninger. For eksempel kan gode systemer for anropshåndtering, logging av kommunikasjon, sporing av enheter, tilgang til driftsmeldinger og så videre være nødvendige for å sikre en god arbeidsflyt.

Dersom driftsradiosystemet ikke tilbyr funksjonalitet og brukervennlighet som er tilnærmet like god som den brukerne er vant til fra mobiltelefoner, kan dette føre til at brukerne vil foretrekke andre kommunikasjonskanaler i sitt daglige virke. Som diskutert over, finnes det allerede energiselskaper som bruker forskjellige systemer til daglig drift og til kommunikasjon i en beredskapssituasjon. Dette er uheldig fra et beredskapsperspektiv. Løsninger som ikke benyttes i brukernes daglige arbeid, vil ofte være mindre tilgjengelige også i en krisesituasjon.

3 LTE som mulig teknologi for driftsradio

Long Term Evolution (LTE)² er i dag den dominerende teknologien for mobilkommunikasjon. Det er etablert over 500 LTE-nett i verden, og det finnes LTE-nett i så godt som alle verdens land. Mens det tidligere fantes forskjellige konkurrerende mobilstandarder i ulike deler av verden, er LTE-standarden i dag nærmest enerådende for høykapasitets mobilnett over store områder. Denne globale standardiseringen driver fram store gevinster i form av en stor tilbyderindustri, store volumer som driver ned prisen på utstyr, og et stort økosystem av tjenesteutviklere. I Norge finnes det tre LTE-nett (Telenor, Telia og ICE) som i dag har mer enn 99% befolkningsdekning.

LTE er mer effektiv enn tidligere mobilstandarder når det gjelder utnyttelse av frekvensressursene. Den kan levere høyere båndbredde, og kan støtte et større antall samtidige brukere. Ulikt tidligere mobilstandarder er LTE et rent datanett. Taletjenester, kalt Voice over LTE (VoLTE) produseres i likhet med andre typer trafikk over en dataforbindelse, men via en egen tjenesteklasse med høyere prioritet enn annen trafikk.

3.1 LTE-funksjonalitet for nød- og beredskapsbrukere

LTE-standarden utvikles og vedlikeholdes av 3rd Generation Partnership Project (3GPP), som er en sammenslutning av flere standardiseringsorganer. Utviklingen i 3GPP drives av mobiloperatører og utstyrsleverandører fra hele verden. 3GPPs standarder oppdateres jevnlig, og ny funksjonalitet gjøres tilgjengelig gjennom såkalte *Releases*. Den originale LTE-standarden ble tilgjengelig i 2009 gjennom Release 8. I dag har alle norske mobilnett implementert Release 10 (såkalt *LTE Advanced*), som tillater at man kan kombinere ressurser fra flere frekvensbånd og dermed tilby teoretiske hastigheter på flere hundre Mbit/s. Flere norske mobilnett er i dag i ferd med å skru på den nyeste versjonen av standarden, Release 13, som ble ferdig spesifisert i 2016.

Det har i lang tid vært jobbet for at kritiske brukere innen nød- og beredskapssektoren skal kunne ta i bruk LTE-teknologi. Dette vil gi klare fordeler over dagens TETRA-baserte løsninger både når det gjelder funksjonalitet, kostnader og utviklingshastighet. De seneste versjonene av LTE-standarden inneholder flere funksjoner som er spesielt rettet mot Public Protection and Disaster Relief (PPDR), og flere er planlagt i kommende versjoner. En oversikt over den viktigste PPDR-funksjonaliteten er gitt i *Tabell 1*.

² I denne rapporten bruker vi for enkelhets skyld betegnelsen LTE for å omtale 3GPP-familien av standarder. LTE vil i løpet av de neste årene utvikles videre til 5G.

Tabell 1: Funksjonalitet som er særlig relevant for nød- og beredskapsbrukere i LTE.

Funksjon	Beskrivelse	Tilgjengelig
Proximity Services (ProSe)	Støtte for direkte apparat-til-apparat kommunikasjon og lokal kommunikasjon via basestasjon som ikke har kontakt med kjernenettet.	Release 12 Release 13
Group Communication System Enablers (GCSE_LTE)	Systemstøtte for gruppekommunikasjon.	Release 12
Mission-Critical Push-to-Talk (MCPTT)	Push-to-Talk funksjonalitet og støtte for raskt oppsett av gruppesamtaler. Prioritet for kritisk gruppetale.	Release 13
Mission-Critical Data	Nettverksstøtte og prioritet for kritisk data	Release 14
Mission-Critical Video	Nettverksstøtte og prioritet for kritisk video	Release 14

Det er ingen automatikk i at funksjonalitet som blir tilgjengelig i LTE-standarder faktisk tilbys i offentlige mobilnett. For eksempel har funksjonalitet for LTE multicast lenge vært en del av standarden, men ikke vært implementert i stor skala i noen mobilnett. PPDR-funksjonaliteten har imidlertid bred støtte i leverandørindustrien, og det er grunn til å tro at mange av disse funksjonene vil bli bredt tilgjengelig.

PPDR-funksjonaliteten i LTE er i stor grad den samme funksjonaliteten som energiselskapene behøver i sin driftsradioløsning. De nye standardene åpner dermed for at energisektoren potensielt kan ta i bruk LTE i en mye større grad enn i dag.

Med introduksjonen av PPDR-funksjonalitet i LTE-standarder er det bred enighet om at LTE på sikt vil ta over som teknologi for nød- og beredskapssetene, og neste generasjons Nødnett vil være et LTE-nett. Vi kommer tilbake til hvordan dette vil påvirke energisektoren i kapittel **Feil! Fant ikke referansekilden..**

3.2 LTE og Internet of Things

En annen viktig utvikling i LTE-standardiseringen er støtte for det såkalte *Internet of Things*. I denne sammenhengen betyr det utvikling av LTE-varianter som er spesielt tilpasset kommunikasjon med en stor mengde små strømgjerrige enheter, som sensorer og kontrollenheter. Disse har ofte følgende egenskaper:

Lavt strømforbruk. Mange IoT-enheter designes for å operere i lang tid ved hjelp av batterier eller andre begrensede strømkilder. LTE IoT-standardene er designet for svært lavt strømforbruk. Dette oppnås blant annet gjennom å la radiogrensesnittet være inaktivt i lengre perioder, og bare vekke det opp når data skal sendes eller mottas.

Begrenset båndbredde. IoT-enheter har ofte bare behov for å sende korte periodiske meldinger, og klarer seg derfor med lave datarater og svært begrenset båndbredde.

God rekkevidde. De lave dataratene til IoT-enheter gjør at man kan kode data slik at mindre informasjon overføres per sendte signal. Dette gjør igjen at det blir enklere å dekode signalet hos mottakeren, slik at man kan operere med et lavt signal til støyforhold. Dette betyr at det blir enklere å gi tilfredsstillende dekning på utilgjengelige steder og inne i betongbygninger/kjellere.

Støtte for et stort antall enheter. Flere av bruksscenariene for IoT innebærer et stort antall sensorer eller andre enheter spredt rundt i et område. IoT-standardene tillater at mange tusen enheter er koblet til den samme basestasjonen.

Det finnes i hovedsak to alternative standarder for IoT i LTE-nett, Narrowband IoT (NB-IoT) og LTE-M. Disse varierer blant annet med hensyn til hva slags frekvensbånd som kan benyttes og hvilke hastigheter som tilbys. Foreløpig ser det ut til at NB-IoT har bredest støtte blant europeiske operatører, mens LTE-M blir den dominerende standarden i USA. De to dominerende mobiloperatørene i Norge, Telenor og Telia, har begge kommunisert at de satser på NB-IoT i Norge.

IoT-utvidelsene til LTE-standarder er i stor grad inkludert i Release 13, og kan tilgjengeliggjøres gjennom en programvareoppdatering i mobilnettene. Det er forventet at volumet av IoT-enheter etter hvert vil gjøre at prisene på slike vil falle fra dagens nivå på 10-15 USD ned mot 5 USD.

Disse utvidelsene gjør det mulig for energisektoren å ta i bruk LTE til utstrakt overvåkning og styring av komponenter i strømmettet.

4 Utfordringer med bruk av LTE som driftsradioløsning

Gitt diskusjonen over er det klart at LTE er en attraktiv teknologi for bruk i energisektoren. Med LTE vil energisektoren få tilgang til en moderne og fremtidsrettet teknologiplattform med et stort tilhørende økosystem av utstyrsprodusenter og tjenesteutviklere. Det finnes imidlertid flere problemstillinger som må forstås og vurderes før en slik utvikling er mulig.

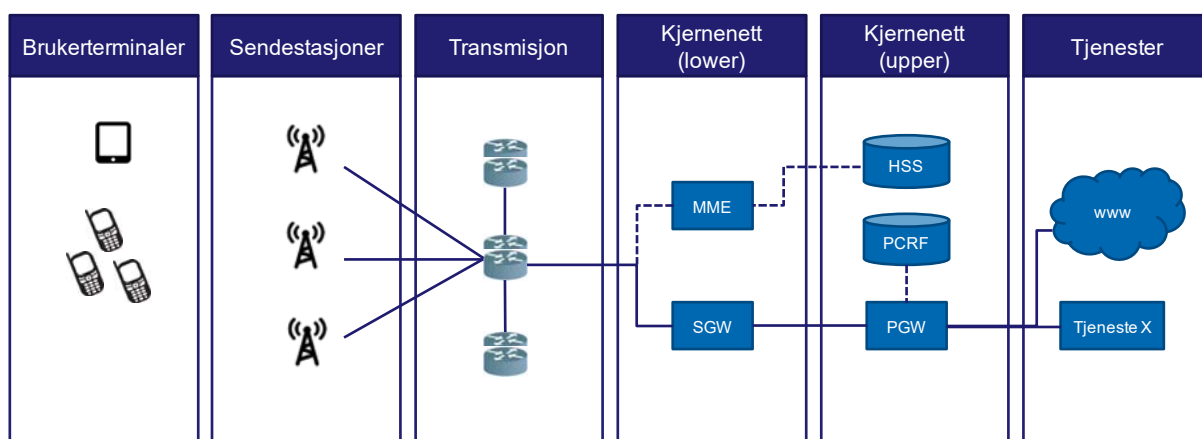
I dette kapitlet vurderer vi hvilke egenskaper framtidens driftsradioløsninger bør ha, og holder disse opp mot hva som tilbys av et LTE-nettverk. Som en basis for denne diskusjonen starter vi med en overordnet beskrivelse av et LTE-nettverk og dets viktigste komponenter, med vekt på hvordan de norske LTE-nettene er realisert.

4.1 Kort introduksjon til LTE

Figur 2 viser en overordnet skisse av et LTE-nettverk. Ytterst i nettverket, nærmest brukerne, finner vi trådløse terminaler. Sammen med sendestasjoner utgjør disse radioaksessnettet (RAN). Kommunikasjon mellom trådløse terminaler og sendestasjoner kan foregå i en rekke ulike frekvensbånd som er satt av til mobilkommunikasjon. I Norge benyttes frekvensene i de såkalte 450 MHz, 800 MHz, 1800 MHz og 2600 MHz-båndene til LTE i dag. I løpet av de neste årene vil trolig også 700 MHz og 900 MHz-båndene tas i bruk til LTE. Disse frekvensene er avsatt til mobilkommunikasjon gjennom internasjonal frekvensharmonisering, og støttes av de fleste mobiltelefoner og annet brukerutstyr³. Frekvensene har derfor stor kommersiell verdi, og tillatelsene til å sende i disse frekvensbåndene auksjonerer ut til mobiloperatører for store summer.

³ Med unntak av 450 MHz-båndet, som krever spesielt utstyr.

Figur 2: Overordnet skisse av et LTE-nett



Brukerterminaler og sendestasjoner utgjør til sammen radioaksessnett. Radioaksessnett bindes sammen med et mobilt kjernenett av et transmisjonsnett. Transmisjonsnett er en viktig del av infrastrukturen i et mobilnett. I utgangspunktet må all trafikk i et mobilnett rutes gjennom kjernenettet. Feil i transmisjonsnett kan derfor føre til brudd i kommunikasjonen. Transmisjonsnett vist i figuren over består av både aksess-, metro- og transportnett. Aksess til sendestasjoner realiseres i økende grad over fiber, men det finnes fortsatt mange sendestasjoner som henger på radiolinje. Metro- og transportdelene av transmisjonsnett realiseres over de samme fiberkablene som bærer trafikk fra andre nettverk. I Norge er det i dag bare Telenor som selv kontrollerer hele transmisjonsnett. De andre mobiloperatørene baserer seg i større eller mindre grad på Telenors nett for å realisere forbindelsene fra radioaksessnett til kjernenettet.

Det mobile kjernenettet består av en rekke komponenter med ulike oppgaver. Kjernenettet kan deles opp i en *nedre kjerne* (lower core) og en *øvre kjerne* (upper core). Den nedre kjernen er ansvarlig for funksjoner som er tett knyttet til radioaksessnett. En viktig slik funksjon er mobilitetshåndtering, som ivaretas av en Mobility Management Entity (MME). MME sørger for at en mobilterminal fritt kan bevege seg mellom sendestasjoner uten å miste forbindelsen til nettet. En annen viktig funksjon er Serving Gateway, som samler all trafikk fra radioaksessnett og sender den videre til rett mottaker.

Den øvre kjernen er i mindre grad knyttet til selve radioaksessnett. Et viktig element her er Packet Data Network Gateway (PGW), som fungerer som bindeleddet mellom mobilnett og eksterne nett (for eksempel Internett). Den øvre kjernen inneholder også en Home Subscriber Server (HSS) med informasjon om brukerprofiler og tilgangsrettigheter. HSS må involveres når terminal skal opprette en dataforbindelse, for å sjekke at brukeren (SIM-kortet) er en gyldig abonnent som skal ha tilgang til nettet. I tillegg inneholder den

øvre kjernen en Policy and Charging Rule Function (PCRF) som sørger for at ulike brukeres trafikk behandles i henhold til deres brukerprofil.

Funksjonene i den øvre kjernen er i stor grad frikoblet fra radioaksessnettet, og kan opereres av en annen administrativ enhet. Såkalte *Mobile Virtual Network Operators* (MVNO) er mobiloperatører som opererer sitt eget øvre kjernenett, men som ikke har et eget radioaksessnett. I stedet leier de tilgang til radioaksessnettet til en mobiloperatør. Phonero var inntil nylig et eksempel på en norsk mobiloperatør som opererte med MVNO-modellen⁴.

Helt til høyre i *Figur 2* finner vi tjenester som kan realiseres over et LTE-nett. Med LTE er tjenester i større grad enn i tidligere generasjoner mobilnett skilt fra selve nettverket. Tjenester som tale (Voice over LTE – VoLTE) og internettilgang realiseres utenfor mobilnettet. Også nye tjenester som MCPTT vil realiseres utenfor selve mobilnettet.

4.2 Krav og utfordringer ved bruk av LTE som driftsradioløsning

Som diskutert i kapittel 2, stiller beredskapsforskriften en rekke krav til en driftsradioløsning. Vi ser her nærmere på hvilke krav en løsning basert på LTE vil måtte oppfylle, og diskuterer på et overordnet nivå utfordringer og muligheter som ligger i LTE-teknologien. I neste kapittel ser vi nærmere på ulike modeller for bruk av LTE som driftsradio, og diskuterer hvordan disse modellene spesifikt lever opp til kravene.

Dekning. En driftsradioløsning må ha tilstrekkelig dekning i energiselskapets anlegg og driftsområder. En særlig utfordring kan være dekning inne i fjellhaller og andre anlegg. Slik dekning må ofte løses ved å bygge egen innendørsdekning. LTE som teknologi har en god del fleksibilitet i hvordan slik dekning etableres, og kan for eksempel fungere godt med WiFi som aksessform i slike lukkede anlegg. En annen utfordring er flatedekning langs kraftlinjer langt fra bebyggelse. LTE opererer i høyere frekvensbånd enn dagens VHF-baserte driftsradioløsninger, og behøver derfor flere basestasjoner for å gi den samme dekningen. Samtidig har kommersielle mobiloperatører bygget ut en LTE flatedekning som i løpet av de neste par årene trolig vil overstige 90 %, og dermed langt overgå flatedekningen i Nødnett.

Tilgjengelighet/prioritet. Dersom kapasiteten i en driftsradioløsning skal deles med andre brukergrupper, kan det være nødvendig å sørge for at energisektorens brukere i en beredskapssituasjon får prioritet over vanlige brukere. LTE har prioritetsmekanismer som på en pålitelig måte sikrer at brukere med særskilte behov får tilgang til nettet når kapasiteten ikke er tilstrekkelig. Blant annet har LTE en mekanisme kalt *Access Class*

⁴ Phonero ble kjøpt av Telia i 2017, og er nå integrert i Telias nett.

Barring som innebærer at brukere uten prioritet kan kastes ut i situasjoner med høy etterspørsel.

Sikkerhet. En driftsradioløsning bør være beskyttet mot ondsinnede angrep. Dette kan være angrep *mot* driftsradioløsningen med mål om å sette den ut av spill eller kompromittere integriteten. Det kan også være angrep *gjennom* driftsradioløsningen, der driftsradioen brukes til å få tilgang til andre kritiske systemer. LTE har en rekke innebygde sikkerhetsmekanismer, som kryptering og autentisering av de ulike komponentene i nettet. Sårbarheten til et LTE-nett vil likevel avhenge av en rekke faktorer som driftsmodell, ønsket funksjonalitet, kompetanse i driftsorganisasjon og fysisk sikring.

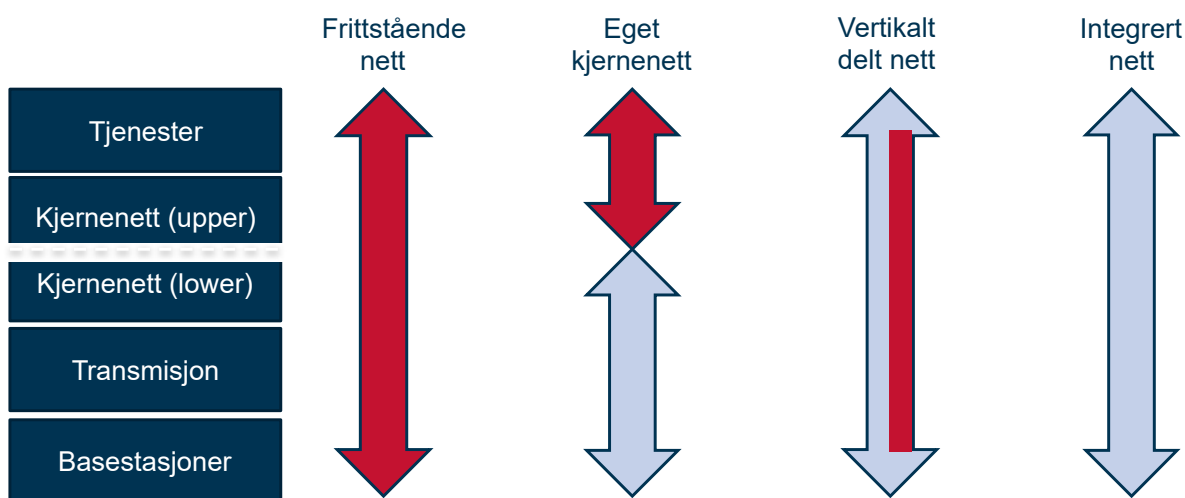
Robusthet. En rekke av kravene i beredskapsforskriften dreier seg om driftsradioens evne til å fungere i beredskapssituasjoner når andre kommunikasjonsmidler ikke er tilgjengelige. En driftsradioløsning skal blant annet være tilgjengelig i situasjoner med langvarige strømutfall, og skal derfor ha reservestromkapasitet på minimum 48 timer. Særlig kan dette være en utfordring i transmisjonsleddet. Kommunikasjon i et LTE-nett krever at basestasjoner har forbindelse med kjernenettet, og enhver aktiv komponent i transmisjonsleddet må dermed ha tilstrekkelig reservestromkapasitet. Andre faktorer som innvirker på robustheten i et LTE-nett er redundans i transmisjon og kjernekomponenter, rutiner for endringer og oppgraderinger, beredskapsorganisasjon og kompleksitet i tjenesteporteføljen.

Kostnader. En driftsradioløsning må kunne etableres og drives med et fornuftig kostnadsnivå. LTE-nett er mer komplekse og tradisjonelt dyrere å etablere enn dagens VHF-baserte driftsradioløsninger, selv om prisen for mindre LTE-nett i dag er på rask vei nedover. Samtidig tilbyr LTE nett fordeler i form av økt datakapasitet og bredere funksjonalitet. En kostnadseffektiv driftsradioløsning basert på LTE må trolig støtte flere roller enn et rent beredskapssamband.

4.3 Modeller for LTE-basert driftsradio i energisektoren

Det finnes en rekke tilnærminger for bruk av LTE som driftsradioløsning. De ulike løsningene varierer i kompleksitet, kostnader og hvilken grad av kontroll energiselskapene selv vil ha over nettet. *Figur 3* viser fire mulige modeller for LTE som driftsradio. I figuren er elementer dedikert til energiselskapenes driftsradioløsning markert med rødt, mens elementer som også betjener andre kundesegmenter er markert med lyseblått. Vi vil i det følgende beskrive hver av disse fire modellene, og kort diskutere hvilke fordeler og utfordringer disse har, sett opp i mot kravene til en driftsradioløsning.

Figur 3: Alternative modeller for bruk av LTE som driftsradioløsning



4.4 Frittstående nett

En mulig løsning ville være at energiselskapene selv etablerer et LTE-nett som driftsradioløsning. Man kan enten tenke seg en modell der hvert enkelt energiselskap etablerer et eget nett, eller en modell der flere energiselskaper går sammen om en slik etablering for å redusere kostnader. Som illustrert i Figur 3, innebærer en frittstående løsning at alle elementer i LTE-nettet (sendestasjoner, kjernenett og tjenester) er eksklusivt reservert for driftsradioløsningen.

Fordeler med frittstående nett

En klar fordel med et frittstående nett er at energiselskapene har full kontroll over hele verdikjeden involvert i et LTE-nett, både ved etablering og i driftsfasen. Dermed kan nettet designes med tanke på å tilfredsstille kravene i beredskapsforskriften, blant annet med tilstrekkelig reservestromkapasitet på sendestasjoner og i transmisjonslinjer. Et nett i regi av et energiselskap vil også lettere kunne oppfylle kravet om at driftsradioen skal fungere uavhengig av brudd i offentlige kommunikasjonsnett. Samtidig vil et dedikert nett for et energiselskap innebære mindre dynamikk i form av endringer og oppgraderinger av nettet for å tilfredsstille andre brukere. Slike endringer innebærer alltid en viss risiko for feilsituasjoner.

Utfordringer med frittstående nett

En hovedutfordring med et frittstående nett er tilgang til egnede frekvenser. LTE kan som diskutert over operere i en rekke frekvensbånd. Disse er imidlertid svært ettertraktet, og frekvenslisenser er tilsvarende kostbare. Det vil trolig ikke være mulig for energiselskaper

å konkurrere med offentlige mobilnett om tilgang til harmoniserte LTE-frekvenser på kommersiell basis. Det kan imidlertid finnes andre muligheter. For det første er det pågående aktiviteter for å la LTE-nett operere i ulisensierte frekvensbånd⁵. LTE i ulisensierte frekvensbånd kommer i flere varianter, hvorav noen krever samspill med LTE i lisensierte frekvenser. MulteFIRE er konsept for frittstående operasjon uten samspill med lisensierte frekvenser. Foreløpig er de ulisensierte båndene som kan brukes med LTE begrenset til høye frekvenser over 5 GHz. Det vil derfor ikke være mulig å etablere sammenhengende flatedekning over store områder basert på disse frekvensene.

En annen utfordring med et frittstående nett vil være å unngå at nettet sakker akterut i den teknologiske utviklingen. Det er sterk konkurranse mellom kommersielle mobiltilbydere, og disse nettene oppgraderes kontinuerlig i takt med nye versjoner av LTE-standarden. Det er lite trolig at et frittstående nett i regi av et energiselskap vil kunne oppgraderes i samme hastighet.

Diskusjon

På grunn av utfordringer med frekvenser, vil en løsning for et frittstående nett trolig måtte utvikles i samarbeid med en mobiloperatør med frekvenslisenser. En mulighet er at energiselskaper leier tilgang til frekvenser i egnede frekvensbånd, og etablerer sine egne sendestasjoner for å oppnå den ønskede dekkingen. Et samarbeid kan også være mer omfattende, slik at energiselskapene også får tilgang til mobiloperatørens lokasjoner for sendestasjoner for å redusere etableringskostnader.

Det vil trolig finnes flere aktører som kan ta ansvar for etablering og drift av en dedikert LTE-basert driftsradioløsning på oppdrag fra ett eller flere energiselskaper. En mulighet er at en etablert mobiloperatør tar en slik rolle. Disse har allerede nødvendig kompetanse, erfaring og en etablert organisasjon for drift og overvåkning av LTE-nett. Mobiloperatører kontrollerer også nødvendige frekvensressurser, og er i den beste posisjonen for å utnytte frekvenser i ulike bånd på en god måte. En annen mulighet er at en LTE utstyrsleverandør (som Ericsson, Nokia eller Huawei) selger en løsning som inkluderer design, utstyr, etablering og drift av et LTE-nett. Slike "managed service"-løsninger er økende innen telekommunikasjon, og en aktør som Ericsson er trolig en av verdens største driftsoperatører av mobilnett.

⁵ Se *Mina Labib et al*, Extending LTE into the Unlicensed Spectrum: Technical Analysis of the Proposed Variants, arXiv:1709.04458v1, 2017

4.5 Eget kjernenett

En annen mulighet er at en driftsradioløsning etableres med et eget kjernenett, men med gjenbruk av radioaksessnett fra en eller flere offentlige LTE-nett. I praksis vil dette være en løsning der energiselskaper etablerer en egen MVNO, som diskutert over. Sendestasjonene, transmisjonsnettet og det nedre kjernenettet vil tilhøre et offentlig LTE-nett, og vil være det samme som benyttes av andre brukere. Det øvre kjernenettet og tjenestelaget vil være eksklusivt for driftsradioløsningen.

Fordeler med eget kjernenett

Med et eget kjernenett vil et energiselskap ha stor grad av kontroll over sine egne brukere. Det vil blant annet være mulig å etablere regler for hvilke nett brukere av driftsradioløsningen skal kunne kommunisere med. Energiselskapet vil også ha full kontroll over kundedatabasen (HSS) med informasjon om egne brukere. Dette vil gjøre det enklere å forhindre at informasjon om egne brukere blir tilgjengelig for utenforstående. Med et eget kjernenett vil en driftsradioløsning fortsatt kunne fungere i situasjoner der offentlige mobilnett rammes av feil i sine kjernenett.

Utfordringer med eget kjernenett

Å operere et eget kjernenett med en tilgjengelighet som er sammenlignbar med de offentlige LTE-nettene vil kreve betydelig kompetanse og betydelige resurser. Riktignok kan et kjernenett dimensjonert for noen få tusen brukere realiseres med en vesentlig enklere og rimeligere plattform enn offentlige mobilnett med flere millioner abonnenter. Det vil likevel behøves en viss beredskapsorganisasjon for overvåkning og feilretting i et eget kjernenett.

Diskusjon

Fordelene ved å opprette et eget øvre kjernenett for en driftsradioløsning er trolig begrensede sammenlignet med en integrert løsning (som diskuteres under). Den økte kontrollen som muliggjøres av en MVNO-løsning kan ha fordeler med tanke på sikkerhet, ved at det blir enklere å kontrollere brukeres muligheter til å kommunisere med andre nett samt å skjule enkeltbrukeres identitet. Dette har trolig begrenset verdi i en driftsradioløsning. Samtidig gir et eget kjernenett ingen direkte gevinst når det gjelder robusthet i radioaksessnettet.

4.6 Vertikalt delte nett

Vertikalt delte nett (engelsk: network slicing) er en teknikk for å la flere logiske nett dele de samme fysiske nettverksressursene. Vertikalt delte nett henger tett sammen med

teknologien *Network Function Virtualization* (NFV), som gjør at nettverksfunksjoner som tidligere krevde spesialisert maskinvare nå kan realiseres på standard tjenermaskiner, og *Software Defined Networking* (SDN) som gjør det enklere å kontrollere og konfigurere nettverksfunksjoner fra et sentralt system ved hjelp av programvare. En nettverkseier kan med slik teknologi sette opp egne logiske nett med egenskaper som er spesielt rettet mot ulike anvendelser. For eksempel kan et eget logisk nett settes opp for tingenes internett, nød- og beredskapsbrukere, transportsektoren eller energisektoren. Disse ulike anvendelsesområdene kan ha svært forskjellige krav til det underliggende nettverket med tanke på kapasitet, forsinkelse, antall samtidige brukere og så videre. Ved å tillate forskjellige konfigurasjoner, kan en nettverkseier optimere innstillingene for ulike brukergrupper.

Fordeler med vertikalt delte nett

Et eget vertikalt delt nett for driftsradio kan gjøre det enklere å reservere nettverksressurser for energisektorens brukere, slik at disse ikke kan benyttes av andre brukere. Et vertikalt delt nett vil også gjøre en driftsradioløsning mer uavhengig av andre brukere på den samme fysiske infrastrukturen. For eksempel vil muligheten for at endringer og oppgraderinger i nettet skal påvirke driftsradioløsningen kunne reduseres. Det vil også være mulig å definere et vertikalt delt nett som bare benytter deler av den fysiske infrastrukturen, for eksempel de delene som tilfredsstiller gitte krav til reservestromkapasitet eller robusthet.

Utfordringer med vertikalt delte nett

Et vertikalt delt nett vil gjøre en driftsradioløsning mindre eksponert for endringer som foretas for andre brukergrupper, men vil ikke redusere sårbarheter knyttet til den fysiske infrastrukturen som nettet realiseres over. Vertikalt delte nett vil også øke kompleksiteten i løsningen.

Diskusjon

Teknologien som skal til for å realisere vertikalt delte nett får mye oppmerksomhet, og trekkes fram som en viktig del av framtidens 5G-nett. Mye er likevel fremdeles uklart rundt hvordan vertikalt delte nett vil utarte seg i praksis. Det er for eksempel uklart i hvilken grad enkelte av de potensielle gevinstene med vertikalt delte nett også kan realiseres gjennom andre mekanismer.

4.7 Integrerte nett

En løsning med et integrert nett innebærer i denne sammenhengen at energisektorens driftsradio realiseres som en integrert del av et offentlig LTE-nett. Det etableres ikke noe

eget radioaksessnett eller kjernenett eksklusivt for driftsradioløsningen. I stedet inngår energiselskapene avtaler med kommersielle mobiloperatører slik at disse kan levere en LTE-basert tjeneste som oppfyller kravene til en driftsradioløsning. Dette må innebære en styrking av mobilnettenes robusthet i energiselskapenes driftsområder. Dekning, kapasitet, funksjonalitet, robusthet og sikkerhet reguleres gjennom en avtale mellom mobiloperatøren og energiselskapet.

Fordeler med integrerte nett

Integrerte nett gir de beste forutsetninger for å sikre kostnadseffektiv drift av en driftsradioløsning. De offentlige mobiloperatørene innehar kompetansen, ressursene og rutinene som behøves for å operere et LTE-nett på en god måte. For energiselskapene vil det normalt være ressurskrevende å opprettholde en intern driftsorganisasjon for driftsradio. Drift av et LTE-nett krever spesialistkompetanse som trolig vil være utfordrende for mindre energiselskaper å opprette og beholde.

Norske LTE-nett er blant de best utbygde i verden. De to største LTE-nettene i Norge har en befolkningsdekning på over 99 %, og det er forventet at de innen få år vil ha en arealdekning på over 90 %. I tillegg er et tredje mobilnett under oppbygging. Denne dekningen er oppnådd gjennom store investeringer fra mobiloperatørene gjennom flere år. Det vil kreve store investeringer å skulle etablere et eget radioaksessnett som har tilnærmet like gode dekningssegenskaper, selv i et begrenset geografisk område.

Med en integrert løsning vil en mobiloperatør kunne benytte alle sine frekvensressurser for å levere en god driftsradioløsning til energiselskapene. Dette gir en fleksibilitet som vil være vanskelig å oppnå i en frittstående løsning.

Utfordringer med integrerte nett

De offentlige mobilnettene er bygd for å levere en tjeneste i det kommersielle markedet. Dette innebærer at de ikke er designet med den robustheten som kreves fra en driftsradioløsning som skal spille en kritisk rolle for å gjenopprette strømforsyningen i en beredskapssituasjon. Sendestasjoner i de offentlige mobilnettene er generelt ikke utstyrt med en reservestromkapasitet som er i nærheten av å oppfylle kravene i beredskapsforskriften. Mobilnettene har per i dag heller ikke prioritet for feilretting ved strømutfall. Før offentlige mobilnett kan danne grunnlaget for en driftsradioløsning må robustheten i disse styrkes.

Offentlige mobilnett betjener et stort antall kunder med ulike krav til funksjonalitet og tilgjengelighet. Dette sørger for at disse mobilnettene stadig utvides og utvikles, men medvirker også til at kompleksiteten og endringstakten i disse nettene er høy, noe som øker sjansen for at feil kan oppstå.

5 Diskusjon

LTE-nettene som er etablert i Norge i dag oppfyller ikke beredskapsforskriftens krav. Særlig er det kravet om reservestromkapasitet og kravet om uavhengighet av offentlige nett som er vanskelige å oppfylle. Det finnes imidlertid forhold som kan være med på å redusere avstanden mellom disse nettene og forskriftens krav. Et slikt forhold er at kommersielle nett ofte er bygd slik at man på en gitt lokasjon har overlappende dekning fra flere ulike sendestasjoner. Dermed vil konsekvensene av at en sendestasjon faller ut ofte ikke være at forbindelsen blir brutt, men at den tilgjengelige kapasiteten reduseres. Dersom man har prioritetsmekanismer på plass, kan derfor en driftsradiløsning fremdeles fungere tilfredsstillende ved lokale utfall.

Et annet moment er at energiselskapene ofte kan bidra direkte til å øke robustheten for mobilnettene i sine områder. Energiselskapene kontrollerer ofte viktige innsatsfaktorer som master, føringsveier og fiber, i tillegg til strømforsyningen. Ved å gi mobiloperatører tilgang til slike ressurser, kan kostnadene forbundet med å styrke mobilnettene til et akseptabelt nivå reduseres betraktelig.

5.1 Utviklingen i de offentlige mobilnettene

De offentlige mobilnettene har gjennomgått store endringer de siste årene. Simula Research Laboratory har i flere år gjort målinger av stabilitet og tilgjengelighet i norske mobilnett⁶. Deres målinger viser at det har skjedd en betydelig forbedring over de siste årene. Målingene fra 2016 (de siste som er publisert) viser at antall og omfanget av utfall i mobilnettene reduseres år for år. De observerer også at endeterminalenes forbindelse til mobilnettet blir mer stabil, og at ytelsen i mobilnettene blir bedre og mer forutsigbar.

Mobilnettene har i løpet av det siste tiåret gått fra å være nyttige til å være kritisk infrastruktur for viktige samfunnsfunksjoner. Med denne utviklingen øker også kravene til robusthet i offentlige mobilnett. Stadig flere kunder baserer seg i dag i praksis på at mobilnettene alltid er tilgjengelige, og dette stiller sterkere krav til robusthet og utholdenhet. Den økte avhengigheten gir seg også utslag i strengere krav fra regulerende myndigheter. Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom) skjerper stadig kravene for hva som er ”forsvarlig sikkerhet” i ekomlovens forstand. I 2014 skjerpet Nkom kravene til reservestromkapasitet på sendestasjonene i offentlige mobilnett. I distriktene og i mindre tettsteder med under 20 000 innbyggere skal reservestromkapasiteten på sendestasjoner være minst to timer, og i gjennomsnitt minst fire timer. I større byer og tettsteder skal reservestromkapasiteten være minst to timer. Arbeid med sikkerhet og beredskap i

⁶ Simula Research Laboratory, *Norske mobilnett i 2016*

mobilnettene er høyt prioritert hos Nkom, og de regulatoriske kravene til mobiloperatørene vil trolig fortsette å øke i årene som kommer.

5.2 Offentlige mobilnett – mulig bærer for neste generasjon Nødnett

Som diskutert i kapittel 3, har de siste utgavene av LTE-standarder inkludert utvidet funksjonalitet utviklet for nød- og beredskapsbrukere. Det er ingen tvil om at neste generasjon Nødnett i de fleste land vil være basert på LTE-teknologi. Det pågår imidlertid en debatt i flere land knyttet til hvorvidt det skal bygges et eget dedikert LTE Nødnett, eller om nød- og beredskapsbrukernes behov skal dekkes gjennom en løsning basert på offentlige mobilnett. Denne debatten henger også sammen med tildeling av frekvensressurser. Dersom man skal bygge et dedikert LTE Nødnett, krever dette egnede (harmoniserte) frekvenser. Særlig peker 700 MHz-båndet seg ut som det frekvensområdet som vil kunne danne grunnlaget for et dedikert LTE Nødnett. Disse frekvensene benyttes i dag til kringkasting av digital TV, men er vedtatt avsatt til mobilkommunikasjon fra 2021.

Våren 2017 kom Nkom med sin anbefaling om at alle de ledige frekvensene i 700 MHz-båndet skal tildeles offentlige mobilnett. Dette innebærer at nød- og beredskapsbrukeres kommunikasjonsbehov i framtiden skal løses i de offentlige mobilnettene. Nkom baserte sin anbefaling på en rapport fra Nexia (nå Analysys Mason) og Menon som slår fast at en slik løsning trolig vil bli både bedre og vesentlig billigere enn å bygge et dedikert LTE Nødnett. Det er ventet at regjeringen skal avgjøre spørsmålet om tildeling av 700 MHz-båndet i løpet av 2017.

Dersom neste generasjon Nødnett skal realiseres i de offentlige mobilnettene vil det ytterligere øke kravene til sikkerhet og robusthet i disse. Nød- og beredskapsbrukernes krav til tilgjengelighet vil måtte føre til en styrking av robustheten som vil komme alle brukere av mobilnett til gode.

5.3 Mulig modell for integrerte nett

Gitt avhengigheten av harmoniserte frekvenser og investeringene som er nødvendige for å etablere et LTE-nett med god dekning, anser vi at en driftsradioløsning basert på integrerte nett er det mest realistiske alternativet dersom LTE skal tas i bruk som driftsradioløsning i energisektoren. Det vil være krevende å skaffe de nødvendige frekvensressursene som behøves for å etablere et dedikert LTE-nett på en kostnadseffektiv måte. Løsninger med eget kjernenett eller vertikalt delte nett kan være mulige, men det er uklart om gevinstene ved slike løsninger kan forsvare den økte kompleksiteten.

En løsning basert på integrerte nett vil kreve et tett samarbeid mellom energiselskaper og mobiloperatører for å sikre at driftsradioløsningen oppfyller kravene i beredskapsforskriften. Et slikt samarbeid vil kreve at mobilselskapene viser åpenhet med tanke på egen driftsorganisering og på topologi, føringsveier og kapabiliteter i sine nett. Samtidig må energiselskapene være tydelige på sine konkrete krav til en driftsradioløsning.

En mulig modell for en driftsradioløsning i offentlige mobilnett vil være at energiselskapene bidrar til at det etableres en ”robust stamme” i mobilnettet i det aktuelle driftsområdet. Denne robuste stammen skal garantere en viss dekning og en minimumskapasitet i energiselskapets driftsområde. Den robuste stammen vil typisk bestå av sendestasjoner som opererer i lave frekvensbånd og gir stor flatedekning. I tillegg kan den robuste stammen om nødvendig bestå av ekstra installasjoner for å sikre dekning ved kritiske anlegg for energiforsyningen, som innendørsanlegg og kraftstasjoner. Sendestasjonene og transmisjonslinjene som inngår i den robuste stammen må være sikret med ekstra reservestrømkapasitet og kanskje også styrket/redundant transmisjon. Energiselskapene kan trolig ofte bidra til å redusere kostnadene ved en styrking av sendestasjonene i den robuste stammen gjennom å gi tilgang til sin infrastruktur.

5.4 Oppsummering og behov for videre kartlegging og utredning

Dagens løsninger for driftsradio i energisektoren har en rekke svakheter. Særlig er dagens løsninger lite egnet i et fremtidsbilde der datakommunikasjon vil spille en stadig viktigere rolle også i en beredskapssituasjon. LTE peker seg ut som den best egnede teknologien for å bøte på disse manglene. Vi har i denne rapporten pekt på en rekke nye funksjoner i LTE-standarden som gjør denne mer egnet til å dekke behovene i en driftsradioløsning. Vi har videre diskutert ulike mulige operasjonelle modeller for en LTE-basert driftsradioløsning. Vår konklusjon er at en integrert løsning der driftsradio realiseres som en del av offentlige mobilnett er den mest realistiske modellen, men at dette vil kreve en styrking av disse nettene for å oppfylle beredskapsforskriftens krav.

En rekke forhold må avklares før en slik modell kan realiseres. Her nevner vi spesielt noen forhold som vil kreve videre utredning:

Videre kartlegging av behov for driftsradiotjenester utover beredskapskommunikasjon. Dagens driftsradioløsninger er ofte spesielt utviklet for å dekke behovet for talekommunikasjon i grupper i en beredskapssituasjon. De er imidlertid ofte dårligere egnet til å understøtte andre behov, som kommunikasjonsmiddel i daglig drift og for overføring av data. Flere energiselskaper bruker derfor andre løsninger for å dekke disse behovene. En nærmere undersøkelse av energiselskapenes behov og ønsker for en

driftsradioløsning vil gi en bedre forståelse av hvor kritiske manglene ved dagens driftsradioløsninger er.

Dialog med mobiloperatører om mulige løsninger. En integrert løsning som foreslått i denne rapporten vil kreve et nært samarbeid mellom energiselskaper og mobiloperatører. Det vil derfor være en fordel å tidlig gå i dialog med mobiloperatørene for å diskutere hvilke muligheter som finnes og hvordan et slikt samarbeid vil kunne gjennomføres.

Kostnadsanalyse for løsning basert på integrerte nett. Som diskutert over vil en driftsradioløsning basert på integrerte nett kreve styrking av robustheten i mobilnettene. For å vurdere realismen i en slik løsning vil det være nødvendig å få en oversikt over kostnadene forbundet med en slik styrking. En slik analyse vil senere kunne danne grunnlaget for en kostnadsdeling mellom mobiloperatørene og energiselskapene.

Vurdering av behov for forskriftsendringer. Utgangspunktet for våre vurderinger er at en LTE-basert driftsradioløsning skal ha en minst like god robusthet og sikkerhet som dagens løsninger. Løsningen basert på integrerte nett vil imidlertid føre til en sterkere avhengighet av offentlige kommunikasjonsnett. Merk at en slik avhengighet allerede finnes i dag, særlig for energiselskaper som bruker Nødnett som sin driftsradioløsning. Nødnett bruker offentlige kommunikasjonsnett for å realisere transmisjon fra sendestasjoner til kjernenett. Det bør vurderes om en slik utvikling er akseptabel, og hvorvidt en driftsradioløsning basert på integrerte nett vil kreve en endring i beredskapsforskriftens §7-17d.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no