

Konsekvensutredning – Alternativer for styrket robusthet i landsdekkende kjernenett

Utarbeidet for Lysneutvalget, 28.08.2015

Om Oslo Economics

Oslo Economics utreder økonomiske problemstillinger og gir råd til bedrifter, myndigheter og organisasjoner. Våre analyser kan være et beslutningsgrunnlag for myndighetene, et informasjonsgrunnlag i rettslige prosesser, eller et grunnlag for interesseorganisasjoner som ønsker å påvirke sine rammebetingelser. Vi forstår problemstillingene som oppstår i skjæringspunktet mellom marked og politikk.

Oslo Economics er et samfunnsøkonomisk rådgivningsmiljø med erfarne konsulenter med bakgrunn fra offentlig forvaltning og ulike forsknings- og analysemiljøer. Vi tilbyr innsikt og analyse basert på bransjeerfaring, sterk fagkompetanse og et omfattende nettverk av samarbeidspartnere.

Samfunnsøkonomisk utredning

Oslo Economics tilbyr samfunnsøkonomisk utredning for departementer, direktorater, helseforetak og andre virksomheter. Vi har kompetanse på samfunnsøkonomiske analyser i henhold til Finansdepartementets rundskriv og veiledere.

Fra samfunnsøkonomiske og andre økonomiske analyser har vi bred erfaring med å identifisere og vurdere virkninger av ulike tiltak. Vi prissetter nyttevirkninger og kostnader, eller vurderer virkninger kvalitativt dersom prissetting ikke lar seg gjøre.

Konsekvensutredning – Alternativer for styrket robusthet i landsdekkende kjernenett/nummer

© Oslo Economics, 26. august 2015

Kontaktperson:

Asbjørn Englund / Partner

aen@osloeconomic.no, Tel. 913 18 802

Forsidefoto: Wikimedia Commons

Innhold

1. Om oppdraget	4
1.1 Gjennomføring av oppdraget	4
2. Ekomnettet – beskrivelse og sentrale begreper	5
2.1 Elektronisk kommunikasjon	5
2.2 Ekomtjenester	5
2.3 Ekomnett (infrastruktur)	5
2.4 Robusthet i infrastrukturen	7
3. Ekomnettet – aktører og utbredelse	9
3.1 Landsdekkende aktører	9
3.2 Regionale aktører	14
3.3 Oppsummering – dagens infrastruktur	16
4. Sårbarhet i kjernenettene	18
4.1 Trusler - Hendelser som kan forårsake brudd	18
4.2 Fremføringsveienes sårbarhet	19
4.3 Risikoreducerende tiltak	20
4.4 Tidligere hendelser	20
5. Samfunnets sårbarhet for bortfall av elektronisk kommunikasjon	22
5.1 Viktige samfunnsfunksjoners avhengighet av elektronisk kommunikasjon	22
5.2 Samfunnskonsekvenser ved bortfall av kjernenettet	23
6. Alternative tiltak for å redusere sårbarheten	27
7. Samfunnsøkonomisk analyse	29
7.1 Overordnede forutsetninger og metode for analysen	29
7.2 Identifiserte virkninger	30
7.3 Prissatte virkninger	30
7.4 Ikke-prissatte virkninger	32
7.5 Samfunnsøkonomisk analyse -samlet vurdering	33
8. Muligheter og utfordringer knyttet til å realisere alternativene	35
8.1 Staten som lovgivende myndighet og tilskuddsgiver	35
8.2 Staten som innkjøper	35
9. Anbefalinger	37

1. Om oppdraget

Samfunnet står overfor stadig økende elektronisk samhandling og utveksling av informasjon gjennom bruk av elektronisk kommunikasjon. Mange samfunnskritiske funksjoner er avhengig av elektronisk kommunikasjon, og betydningen av en sikker og robust infrastruktur for ekom-tjenester er avgjørende for et velfungerende samfunn.

Elektroniske kommunikasjonsnett og -tjenester er viktige forutsetninger for at myndigheter, næringslivet, organisasjoner og den enkelte skal få utført dagligdagse arbeidsrutiner og -prosesser. Tilgang til ekom-tjenester har også direkte betydning i nød- og krisesituasjoner der den enkelte har behov for å varsle myndighet, søke informasjon via telefon, kringkasting eller Internett.

Det er mange tilbydere ekom-tjenester i Norge. Det er også flere fysiske aksessnett (mobilnett, faste aksessnett) som kobler brukerne sammen. Disse aksessnettene er imidlertid avhengig av det såkalte kjernenettet for sending og utveksling av informasjon. Dette medfører at samfunnet er sårbart for nedetid på dette nettet.

Med utgangspunkt i denne sårbarheten har Lysneutvalget har bedt Oslo Economics om å gjennomføre en konsekvensutredning av mulige tiltak for å redusere sårbarheten i kjernenettet for elektronisk kommunikasjon.

1.1 Gjennomføring av oppdraget

I forbindelse med gjennomføringen av oppdraget har vi benyttet en rekke tidligere rapporter og utredninger hvor særlig følgende har vært viktige informasjonskilder for vårt arbeid:

- *Risikoanalyse av «Cyberangrep mot ekom-infrastruktur»*, DSB 2014
- *Samfunnets sårbarhet overfor bortfall av elektronisk kommunikasjon*, DSB 2012
- *Kost-/nyttevurdering av tiltak for styrking av norsk sambands- og IP-infrastruktur*, Nexia og Styrmand, 2012
- *Teknologiskiftet i Telenors infrastruktur*, 2013
- *Bredbånd i Norge 2014*, Post- og teletilsynet
- *Global Information Technology Report 2015*, World Economic Forum
- *Et sårbart samfunn*, NOU 2000:24
- *Når sikkerheten er viktigst*, NOU 2006:6
- *Robust elektronisk kommunikasjon – veiledning og råd til kommuner*, PT 2014
- *Telesikkerhet og –beredskap i et telemarked med fri konkurranse*, St.meld. nr. 47 2000-2001

Vi har i tillegg også gjennomført intervjuer og mottatt informasjon fra følgende aktører:

- Sten Osvald Einarsen, Cyberforsvaret
- Per Brække, Harald Fardal og Erik Thomassen, DSB
- Einar Lunde, Nkom
- Per Morten Torvildsen og Stig Salater, Broadnet
- Tore Kristoffersen, Lyse/Altibox
- Rune Dyrli, Øyvind Arntzen, Hanne Tage Nilsen og Bjørn Netland, Telenor
- Dan Gunnar Råmunddal, Ole Ødegård og Lisa Grav Henriksen, Get
- Harald Loktu og Frank Aarhus, Norkring

Utredningen er gjennomført i tidsrommet juni 2015 til august 2015.

2. Ekomnett – beskrivelse og sentrale begreper

Ekomnett og tjenestene som tilbys over det omfatter flere ulike typer nett som benyttes av mange ulike typer aktører. Ulike aktører benytter til dels ulike begreper og har ulik tolkning av begrepene. I dette gir vi derfor en beskrivelse av viktige bestanddeler i nettet samt definerer hva vi legger i noen viktige begreper.

2.1 Elektronisk kommunikasjon

Elektronisk kommunikasjon, ekom, er en felles betegnelse for tele- og datakommunikasjon. Dette omfatter fast- og mobilnett, internett, IP-telefoni, satellittelefon, samt sending av radio- og tv-signaler.

2.2 Ekomtjenester

Ekomtjenester er tjenester som innebærer formidling av signaler i ekomnett, f.eks. TV, tale eller internett. Som brukere forholder vi oss oftest til taletjenester og ulike distribuerte dataprogrammer som krever kommunikasjon for å fungere. Eksempler på det siste kan være alt fra enkle applikasjoner på mobilen til systemer som kontrollerer kritiske produksjonsprosesser for industrien.

Ekomtjenestene forutsetter infrastruktur bygget opp av nettverk og nettverkskomponenter for å fungere. Brukere av ekomtjenester får overført signalene av en tilbyder som sørger for at disse flyter til og fra brukeren.

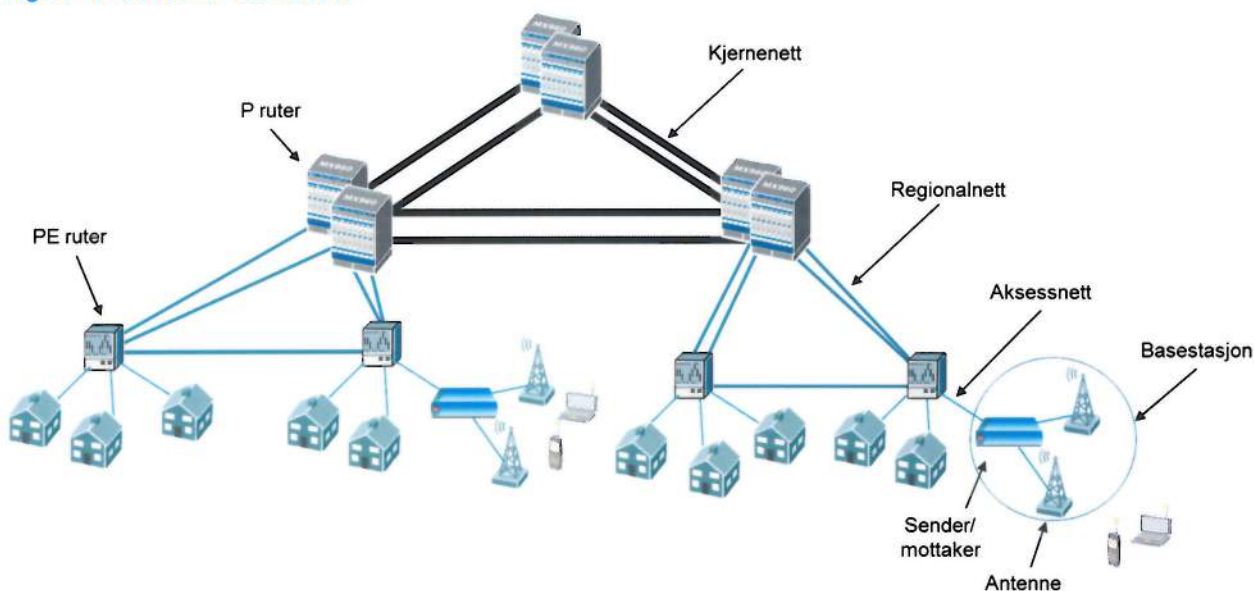
2.3 Ekomnett (infrastruktur)

Ekomnett er systemet for transport av elektronisk kommunikasjon, f.eks. mobilnett, fibernett, kobbernett eller kabel-tv-nett.

De grunnleggende elementene som til sammen utgjør ekom-infrastrukturen er kjernenett, regionalnett, aksessnett, tjenestenett og drifts- og støttesystemer. Dette er illustrert i figuren under.

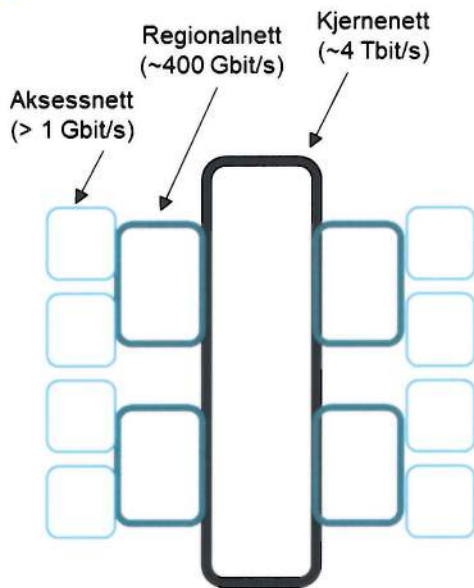
Selv om vi beskriver ekomnett i entall eksisterer det i virkeligheten flere mer eller mindre uavhengige ekomnett. Disse er igjen integrert i større eller mindre grad med hverandre. De ulike nettene vil i varierende grad inneholde alle elementene i figuren.

Figur 2-1. Skisse av ekomnett



Kilde: Oslo Economics

Figur 2-2. Ekom-infrastruktur



Kilde: Oslo Economics

Figuren over illustrerer forbindelsen mellom brukeren og ekom-tjenesten. Kjernenettet løser trafikkbehovet mellom byer og tettsteder, regionalnettet løser trafikkbehovet innad i byer og tettsteder, mens aksessnettet knytter utstyret hos brukeren til regionalnettet. Kjernenettet har nødvendigvis større kapasitet enn regionalnettet og aksessnettet.

2.3.1 Kjernenett

Kjernenettet, også kalt transportnettet, er den landsdekkende motorveien for tele- og datakommunikasjon. Kjernenettene består av overføringssystemer med stor kapasitet, fiberkabel og i noen tilfeller radiolinje. Kjernenettet knytter sammen regionalnettene og er forbindelsen mellom de store byene eller knutepunktene.

2.3.2 Regionalnett

Regionalnettene er «riksveiene» for tele- og datakommunikasjon. Regionalnettene knytter aksessnettet og kjernenettet sammen gjennom flere sentraler som samler opp trafikk fra aksessnettene. Regionalnettene dekker en region – for eksempel et fylke eller en stor by.

2.3.3 Aksessnett

Aksessnett knytter forbindelse mellom den enkelte sluttbruker og transport- og tjenestenettene. De faste aksessnettene kan være fiber, hybridfiber eller kobber, og sender trafikk mellom sluttbruker og nærmeste sentral i regionalnettet. Mobilnettene er en type aksessnett hvor det er trådløs forbindelse mellom basestasjoner og brukernes mobiltelefoner. Den enkelte basestasjon dekker et lite geografisk område, og hver basestasjon er knyttet til den faste delen av ekomnettet med en fast linje, eller en radiolinje.

Basestasjoner består grovt sett av to ting: Antenner for å sende og motta signalene, og et skap med utstyr som behandler signalene.

For at en tilbyder av mobilnett skal kunne dekke hele landet kreves det et aksessnett med flere tusen basestasjoner. Figuren under viser et utklipp av mobilbasestasjonene i Oslo sentrum.

Figur 2-1. Mobilbasestasjoner i Oslo



Kilde: www.finnsenderen.no (skjermdump)

2.3.4 Tjenestenett

Tjenestenett er ikke et selvstendig fysisk overføringsnett, men kan benytte ulike typer infrastruktur som også anvendes til andre typer tjenester. Disse benytter det samme transportnettet for å formidle informasjon mellom et antall tjenestenoder. Fasttelefon-nettet og mobiltelefon-nettene er eksempler på tjenestenett. Tjenestenettene består av diverse systemer og utstyr som er nødvendig for å levere de ulike tjenestene.

2.3.5 Drifts- og støttesystemer

Drifts- og støttesystemene er IT-systemer som overvåker og styrer ekomnett og tjenestenett. Dette kan være telefoner, modemer, rutere, datamaskiner og annet utstyr som benytter ekomnettene. Drifts- og støttesystemene er en kritisk del av infrastrukturen og er ofte felles for flere funksjoner i nettet. Det er en tendens at funksjonene sentraliseres og styres ved hjelp av elektronisk kommunikasjon. Mange av komponentene er derfor avhengige av at nettene fungerer for å kunne fungere normalt.

2.3.6 Noder

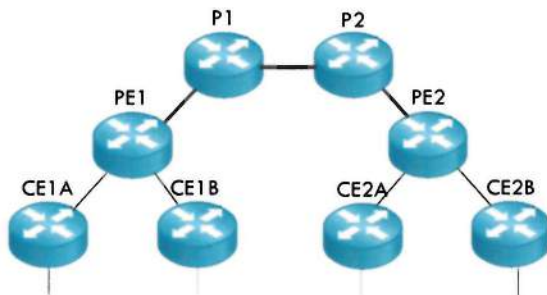
En node er i IT-sammenheng betegnelse på et enhet i et nettverk. Dette kan således være for eksempel en ruter, en server eller en svitsj.

2.3.7 Rutere

Det er vanlig å skille mellom CE rutere, PE rutere og P rutere. En CE ruter (Customer Edge) er en ruter som er lokalisert hos brukeren og som gir forbindelse mellom brukerens utstyr og aksessnettet. PE rutere (Provider

Edge) er nettverksrutere. P rutere (Provider) er kjerneruteren og er gjerne koblet til én eller flere PE rutere.¹

Figur 2-3. Rutere



Kilde: Oslo Economics, basert på skisse fra www.cisco.com²

2.3.8 Svitsjer

En svitsj er et apparat som mottar signaler fra en rekke inngående linjer og sender dem videre etter bestemte regler. Klassisk telefoni er det typiske eksempel på nettverk som er avhengig av svitsjer. Her brukes svitsjer for å koble en midlertidig krets mellom samtalepartnere (linjesvitsjing). Moderne datakommunikasjon, for eksempel over Internett, foregår også gjennom svitsjer, men ikke for å koble opp en midlertidig krets. I datakommunikasjon deles strømmen av digital data opp i pakker med avgrenset lengde, som alle inneholder informasjon om opphav og hvor den skal (pakkesvitsjing). Svitsjer i telefonnettet kalles vanligvis telefonsentraler.

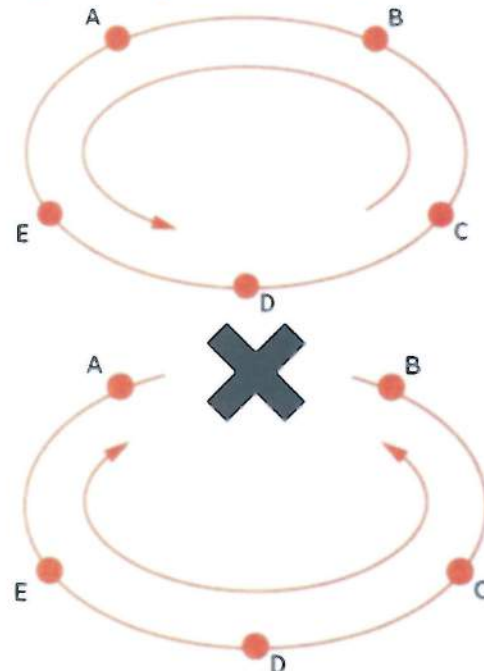
2.4 Robusthet i infrastrukturen

Når man snakker om robusthet i ekomnettene er det særlig to begreper som er sentrale; redundans og fremføringsdiversitet:

- Redundans oppnås ved å ha flere maskiner som kan levere samme tjeneste, eller i noen tilfeller også ved å ha maskiner på flere lokasjoner. Maskinene kan opereres uavhengig av hverandre og overtar for hverandre dersom det skulle oppstå svikt i en av dem. Dette reduserer faren for utfall av nettet ved tekniske feil, elektroniske eller fysiske angrep på en boks.
- Med fremføringsdiversitet menes fysisk atskilte føringsveier for infrastrukturen. Dette reduserer faren for utfall av nettet ved naturhendelser, graveskader eller fysiske angrep på infrastrukturen. Fremføringsdiversitet kan enten oppnås gjennom parallelle føringsveier eller gjennom ringstruktur i infrastrukturen. Ringstrukturens funksjon er illustrert i figuren under. Kommunikasjonen mellom sentralene A-E

går normalt en vei i en ringstruktur i kjernenettet. Ved brudd i ringen kan trafikken legges om slik at den samme kapasiteten benyttes, men nå i begge retninger.

Figur 2-4 Ringstrukturens funksjon



Kilde: DSB

Ekom-infrastrukturen er typisk mer robust jo mer sentral den er. Brudd i kjernenett eller systemfeil i en sentral ruter kan få store konsekvenser for store deler av befolkningen. Brudd i aksessnett eller feil i en CE-ruter vil kun få lokale konsekvenser for et begrenset antall sluttbrukere. Ettersom trafikkkonsentrasjonen er størst i denne delen av infrastrukturen er kjernenettet bygget med høy grad av robusthet og det er samtidig dimensjonert med høy kapasitet. Robustheten avtar når man beveger seg ut i regionalnettet og aksessnettet mot sluttbrukerne.

Ulike aktører tilbyr imidlertid løsninger som øker robustheten for brukeren. Eksempelvis tilbyr Broadnet å levere to internettforbindelser som kobles til samme ruter. Ved brudd på hovedforbindelsen vil trafikken automatisk legges over på sekundærforbindelsen, og tilbake igjen når hovedforbindelsen er oppe igjen. Dette er illustrert i figuren under.

¹ <http://whatis.techtarget.com>

² http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/7600/ios/15S/configuration/guide/7600_15_0s_book/mvpn.html

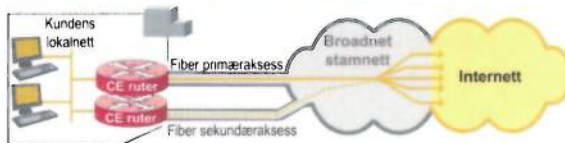
Figur 2-5. Aksessredundans



Kilde: www.broadnet.no

Det er også mulig å etablere to internettforbindelser som har alternative føringer i forhold til hverandre og som kobles til hver sin ruter. De to ruterne kobles så inn i bedriftens utstyr og sørger for høy grad av redundans.

Figur 2-6. Aksessredundans med to rutere



Kilde: www.broadnet.no

3. Ekomnett – aktører og utbredelse

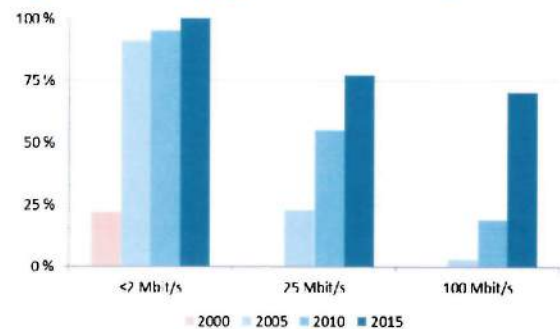
Som beskrevet innledningsvis er det en rekke aktører innenfor det som beskrives som ekom-markedet. Formålet med denne utredningen er knyttet til å vurdere tiltak for å styrke kjernenettet. I det følgende gir vi derfor en beskrivelse av de største aktørene i det norske ekom-markedet, samt hvilken infrastruktur disse disponerer med hovedvekt på kjernenett. Avslutningsvis i kapitlet gir vi også en oppsummerende beskrivelse av avhengigheter mellom aktørene med hensyn til bruk av infrastruktur.

3.1 Landsdekkende aktører

Det har vært store investeringer ekomnettene de siste årene. Nkom har i 2012, 2013 og 2014 innhentet tall for tilbydernes investeringer i elektroniske kommunikasjonstjenester og infrastruktur. De samlede investeringene i elektroniske kommunikasjonstjenester og -nett var på nesten 9,0 milliarder kroner i 2014. Det er 541 millioner kroner mer enn i 2013. Hovedtyngden av investeringer skjer i mobilnett og fibernet.³

Som følge av betydelige investeringer er dekningsgraden på mobile og kablede nett høy. Rundt 99,98 prosent av Norges befolkning har mobildekning hjemme. Dekningen er 75 prosent for bredbånd over 30 Mbit/s, mens for bredbånd med minimum 100 Mbit/s er deknningen 69 prosent. Dekningen er tilnærmet 100 prosent for hastigheter opp til 1 Mbit/s.⁴

Figur 3-1: Dekningsgrad ekomnett i Norge



Kilde: Innspill ekomplan, IKT-Norge

Infrastrukturen som sørger for dekning eies og driftes av ulike aktører. I det følgende gir vi en beskrivelse av infrastrukturen, med vekt på kjernenettet, til et utvalg av de mest sentrale aktørene på markedet:

- Telenor
- Norkring
- Broadnet
- Altibox/Lyse

3.1.1 Telenor

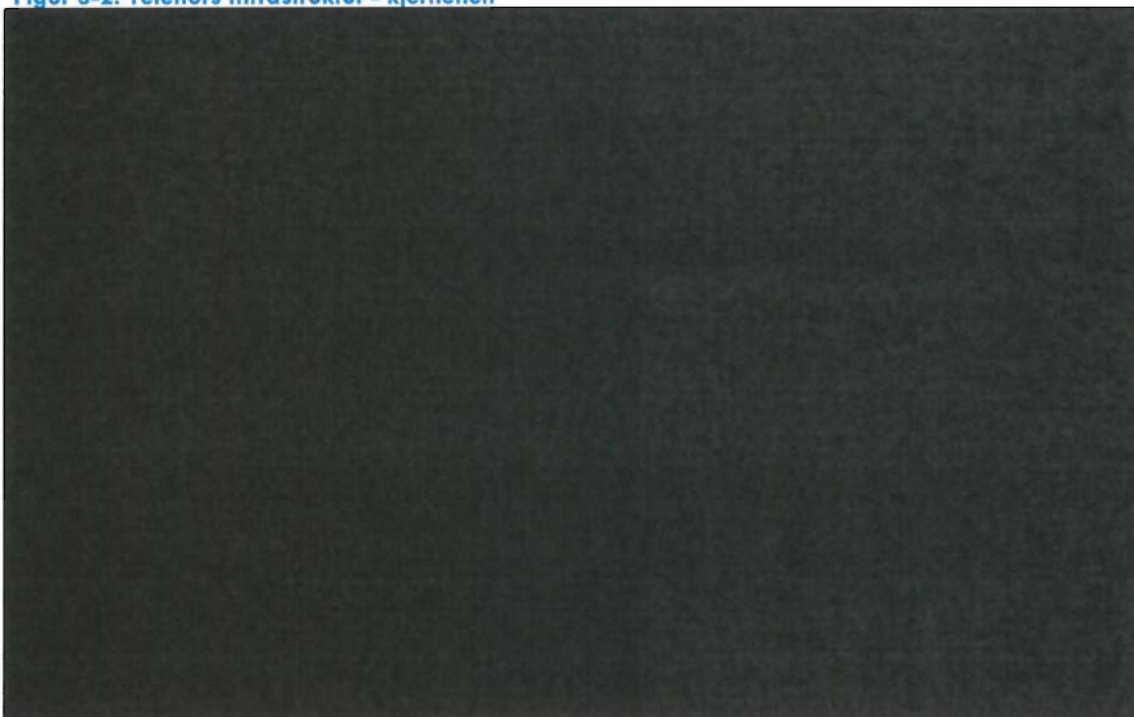
Om selskapet

Telenor er den største leverandøren av ekomtjenester i Norge, både innenfor fasttelefoni, mobiltelefoni og internett. Telenor eier blant annet mobiltilbyderne Djuce og Talkmore, kabelselskapet Canal Digital og kringkastingsselskapet Norkring. Telenor har over 3,2 millioner mobilkunder, 850 000 kunder på fast bredbånd (hvorav 114 000 er fiberkunder), 657 000 kunder på fasttelefon og 528 000 tv-kunder.

³ Det norske markedet for elektroniske kommunikasjonstjenester 2014, Nkom 2014

⁴ Innspill ekomplan, IKT Norge (2015)

Figur 3-2. Telenors infrastruktur - kjernenett



Kilde: Telenor

Infrastruktur

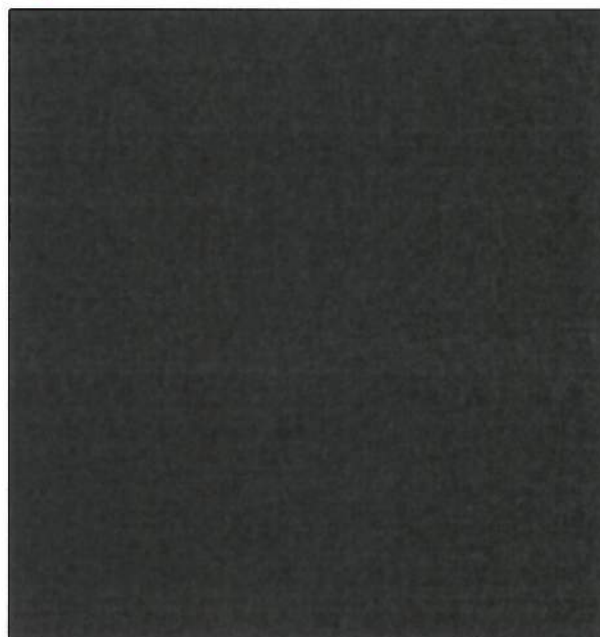
Figur 3-2 over viser i grove trekk hvordan Telenors core-nett er bygd opp. Core-nett tilsvarer det vi omtaler som kjernenett og løser trafikkbehovet mellom større byer. Kartet til venstre i figuren viser Telenors kjernenett i Norge. De to nettene uavhengige av hverandre og dimensjoneres for [redacted] kanaler.

I tillegg til kjernenettene i kartet til venstre finnes det også et reservenett [redacted] og tas i bruk ved utfall av det ordinære nettet. Dette nettet er skissert i kartet til høyre i Figur 3-2. Dette kartet viser også hvordan Telenors nett er knyttet opp i et nordisk DWDM-nett.

Telenors kjernenett er i stor grad lagt i jord, langs hovedveier og jernbanetraséer. Selskapet har også en stor andel fiber i luftspenn og i sjø.⁵

⁵ <http://e24.no/kommentarer/kommentar-digital-robusthet-mer-enn-fiberkabler/22762465>

Figur 3-3. Telenors infrastruktur - metro core nett



Kilde: Telenor

I tillegg til kjernenettene i kartet til venstre finnes det også et reservenett [redacted] og tas i bruk ved utfall av det ordinære nettet. Dette nettet er skissert i kartet til høyre i Figur 3-2. Dette kartet viser også hvordan Telenors nett er knyttet opp i et nordisk DWDM-nett.

⁶ <http://www.telenor.com/media/articles/2012/building-out-the-underwater-network/>

Telenors kjernenett er i stor grad lagt i jord, langs hovedveier og jernbanetraséer. Selskapet har også en stor andel fiber i luftspenn og i sjø.

Figur 3-3 viser Telenors «metro core-nett» eller regionalnett. Regionalnettet løser trafikkbehovet innad i byer og større tettsteder. Nettet er mer finmasket enn kjernenettet og består av 24 subnett. Hver linje har mindre kapasitet enn kjernenettet og dimensjoneres

Robusthet

Fremføringsdiversitet i Telenors kjernenett er ivaretatt ved at det er to parallelle, fysisk og logisk adskilte nett, samt at deler av nettet har ringstruktur. Ringstrukturen gir en ekstra grad av redundans og robusthet. Dersom ringen brytes vil trafikken rutes motsatt vei. Reservenettet som går gjennom Sverige gir også fremføringsdiversitet.

I regionalnettet er det også fremføringsdiversitet gjennom ringstrukturer.

Foruten redundansen i føringsveiene, i både kjernenett og regionalnett, er kritiske nettverkselementer som rutere og svitsjer duplisert for å øke robustheten i tilfelle feil i maskinvare. I tillegg er noder (sentraler med rutere/svitsjer/servere) i nettet utstyrt med reservestrømløsninger, enten batteri eller nødstrømsaggregat, for å kunne sikre fortsatt drift ved utfall i strømmettet.

Telenor har sikret at nodene i kjernenettet er plassert på lokasjoner med meget høy sikkerhet mot ekstremvær og andre krisesituasjoner. Sikkerheten er ivaretatt både gjennom fysisk design som skallsikring, redundante kraftløsninger, kjøleløsninger, og andre tiltak. I tillegg er sikkerheten ivaretatt i den logiske dimensjonen, og som regel gjennom georedundans,

dvs. at nodene er plassert på ulike geografiske lokasjoner. .

Ved dobbelt feil så vil normalt en tredje eller fjerde vei være tilgjengelig. Ved feilsituasjoner har Telenor automatisk omruting av trafikk som typisk tar 50 millisekunder, dvs. 0,05 sekund. Telenor har typisk 5-6 fiberbrudd i kjernenett eller regionalnett i uka, men på grunn av fremføringsdiversitet og redundante løsninger skjer de fleste ubemerket for kunder.

Grad av autonomi

Telenor eier sin egen infrastruktur som kan opereres uavhengig av andre aktører. På deler av fremføringsveiene ligger imidlertid infrastrukturen i samme grøft som Broadnet og andre aktører.

3.1.2 Broadnet

Om selskapet

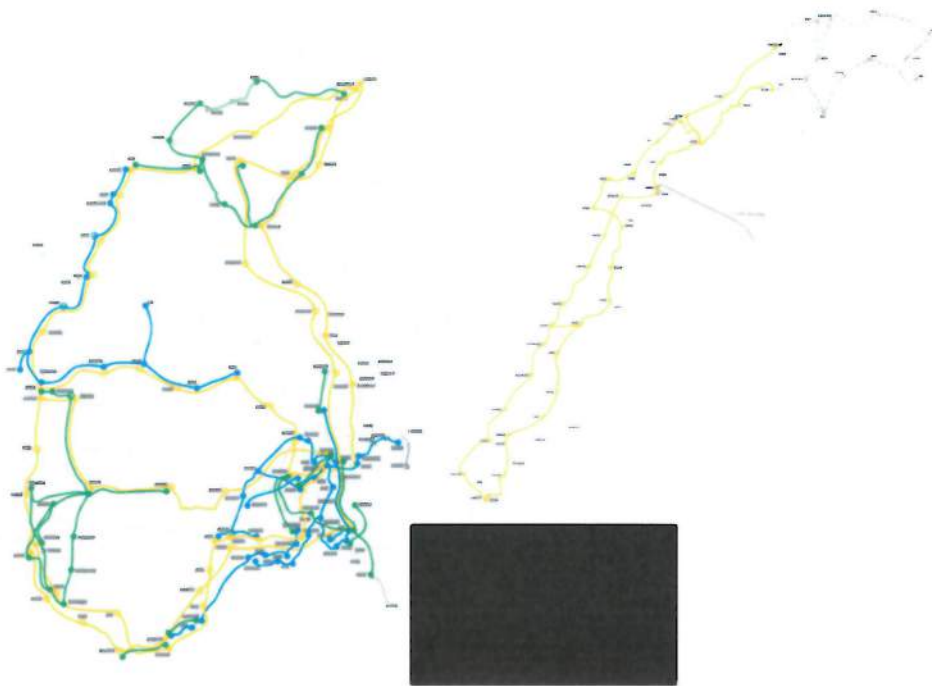
Broadnet AS er en av Norges største leverandører av fiberbasert datakommunikasjon til bedrifter og operatører. Selskapet har sin bakgrunn i virksomhetene etter de tidligere selskapene BaneTele, Ventelo, Enitel, Pronea, Catch og InFiber. Broadnet leverer datakommunikasjon til bedrifter, operatører og virksomheter i offentlig og privat sektor. Broadnets produktområder er Internett, Ethernet, IPVPN, dedikert kapasitet og Colocation.

Broadnet har omtrent 13 000 bedrifter som fiberkunder, og nærmere 100 000 kunder totalt.

Infrastruktur

Broadnet eier et landsdekkende kjernenett som i stor grad består av fiber i jord, langs hovedvei eller jernbane.

Figur 3-4. Broadnets infrastruktur



Kilde: Broadnet

Figur 3-4 over viser en oversikt over Broadnets infrastruktur. Det gule nettet «LH DWDM Transport» er kjernenettet og kan sammenlignes med Telenors kjernenett som fremstilt i Figur 3-2. Det grønne og det blå nettet er metro-core-nett og kan sammenlignes med Telenors regionalnett som vist i tillegg til kjernenettene i kartet til venstre finnes det også et reservenett [redacted] og tas i bruk ved utfall av det ordinære nettet. Dette nettet er skissert i kartet til høyre i Figur 3-2. Dette kartet viser også hvordan Telenors nett er knyttet opp i et nordisk DWDM-nett.

Telenors kjernenett er i stor grad lagt i jord, langs hovedveier og jernbanetraséer. Selskapet har også en stor andel fiber i luftspenn og i sjø.

Figur 3-3.

Robusthet

Broadnets kjernenett har ringstruktur og fremføringsdiversitet på linje med Telenor. På tilsvarende nivå som Telenor, har Broadnet redundans i drifts- og støttesystemer gjennom dupliserte noder og reserveløsninger.

På kjernenett er Broadnet et fullverdig alternativ til Telenor. Broadnet har imidlertid et mindre utbredt regionalnett og aksessnett.

Grad av autonomi

Ingen deler av Broadnets kjernenett leies av Telenor. Deler av infrastrukturen er imidlertid lagt i samme trasé, særlig langs jernbanen. Dette gjelder deler av Østerdalen og Gudbrandsdalen, strekningen mellom Oslo og Kristiansand, nord i Finnmark, samt noen strekninger i Østfold. For strekningen mellom Honningsvåg og Karasjok (stiplet linje) har både Telenor og Broadnet ringstruktur med fiber på begge sider av landet. Fiberen ligger imidlertid i samme trasé, dvs. at både Broadnet og Telenor kun har fremføringsdiversitet gjennom ringstruktur på denne strekningen.

3.1.3 Altibox

Om selskapet

Altibox er merkenavnet for et partnersamarbeid som leverer tjenester gjennom fiberoptisk kabel. Altibox består av 36 norske og 6 danske lokale og regionale selskaper. Gjennom den samme fiberkabelen leveres bredbånd, IPTV og IP-telefoni, selskapet har også mobiltelefoni med over 10 000 kunder. Per 2015 er 364 157 kunder tilknyttet Altibox og er andre største selskap ved siden av Telenor. Altibox er utviklet av Lyse Tele i Stavanger, et datterselskap i Lyse-konsernet.

Infrastruktur

Altibox' infrastruktur består av fiber som i hovedsak følger høyspenttraséer. Altibox har etablert eget høykapasitet fibernet, som nå dekker alle fylkene i Norge. Mye av infrastrukturen er leid av egne

partnere i Altibox⁷. Altibox vil knytte sammen nettene sine uten å gå via Telenor, men konkurrerer så langt ikke på kjernenett.

Figur 3-5 Altibox` infrastruktur



Kilde: Altibox

Figur 3-5 illustrerer kjernenettet eid eller leid av Altibox. Altibox har inngått langsiktige avtaler (20 + 20 år) om leie av mørk fiber fra ulike kraftselskaper. Overvåking og forvaltning av nettet skjer imidlertid

fra ett sted og nettet kan dermed anses som et enhetlig nett.

Grad av autonomi

Omtrent 7 prosent av nettet er mørk fiber leid av Telenor. Altibox leier imidlertid kun den fysiske infrastrukturen. Altibox har selv installert sin egen bølgelengde/logiske struktur på fiberen, og leier ingen aktive komponenter. Dette innebærer at f.eks. en systemfeil hos Telenor ikke vil påvirke Altibox. At Telenor og Altibox deler den fysiske fiberen medfører likevel en sårbarhet med hensyn til graveskader, ras eller fysiske angrep på fiberkabelen.

3.1.4 Norkring

Om selskapet

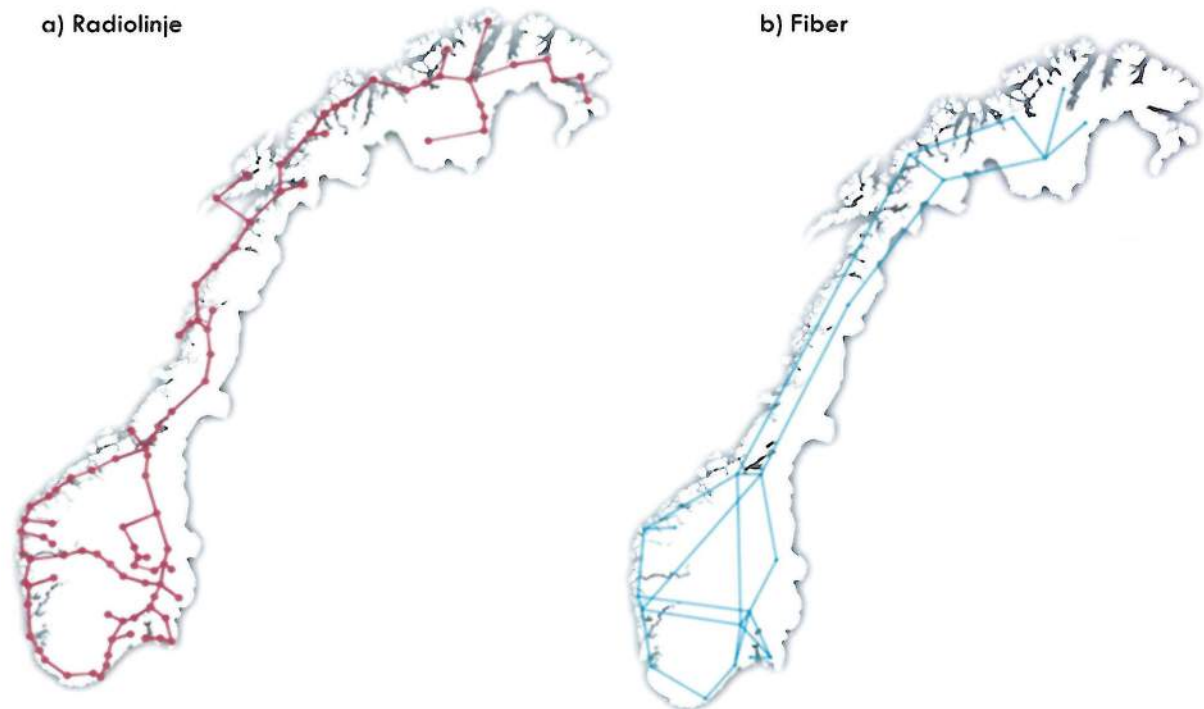
Norkring er et heleiet datterselskap av Telenor, som formidler bakkebaserte kringkastings signaler. Selskapet eier og drifter de fleste senderinstallasjonene i Norge, og tilbyr planlegging, utbygging og drifting av nettverk. Norkring har blant annet hatt ansvar for utbygging av digitalt bakkenett og radiostandarden Digital Audio Broadcasting i Norge.

Infrastruktur

Norkring har to landsdekkende kjernenett. Det ene er et radiolinjebasert kjernenett som er eid av Norkring selv, og det andre er et fiberbasert nettverk som leies av Telenor. Figuren nedenfor illustrerer utbredelsen av de to nettene.

⁷ Fra møte med Lyse/Altibox

Figur 3-6. Norkrings infrastruktur



Kartet til venstre, (a), viser det radiolinjebaserte kjernenettet. Radiolinje betegner telekommunikasjonsutstyr som benytter radiokommunikasjon for å erstatte en fysisk linje (kabel). De to endene av en radiolinje har vanligvis fri sikt til hverandre. Avstanden kan være opptil 100 km.

Nettet har en kapasitet på 800-1000 Mbit/s i hovedtraséene opp til Bodø, og har delvis ringstruktur. Det er imidlertid kun én linje som går nordover fra Trondheim, noe som medfører sårbarhet.

Kartet til høyre, b), illustrerer utstrekningen av Norkrings fiberbaserte landsdekkende kjernenett, som leies av Telenor. Optisk fiber har høyere kapasitet enn radiolinje, men krever framføring av glassfibernett i grøft eller luftlinje. Nettet har en kapasitet på 10 Gbit/s optiske kanaler.

Robusthet

Radiolinjenettet har noe ringstruktur på Østlandet og i Midt-Norge. Utover dette er det liten grad av ringstruktur, noe som gjør nettet mer sårbart. Nettet er bygget ut med SDH overføringsystem⁸, og med systemreserve på 3+1 eller 4+1. Radiolinjebasert kjernenett og fiberbasert kjernenett er koblet sammen med WDM systemer⁹ (Bølgelengdemultipleksing) i større byer (omtrent 15).

Alle radiolinjene i landsnettet har systemreserve (n+1). Aksess radiolinjene som dekker mer enn 15.000 seere/lyttere har utstyrs- og sambandsredundans (2+0).

Det fiberbaserte nettet har større grad av alternative føringsveier og ringstruktur. Dette er imidlertid fiber som i sin helhet er leid av Telenor.

Grad av autonomi

Det radiolinjebaserte nettet er 100 prosent adskilt den øvrige landsdekkende sambandsinfrastruktur og er basert på alternativ transmisjonsteknologi (RL).

Norkrings fiberbaserte kjernenett benytter Telenor sine fiber og WDM systemer. Norkring har separate rutere og svitsjer med egne OSS¹⁰ støttesystemer plassert i Telenor sine lokaler. Dvs. at Norkring ikke vil påvirkes av systemfeil mv. i Telenors rutere, men ved brann eller annen fysisk skade på nodene vil kunne føre til brudd i begge nett.

3.2 Regionale aktører

I tillegg til det fire landsdekkende aktørene finnes det en rekke aktører med infrastruktur som kun dekker enkelte regioner. I det følgende gir vi en kort oversikt

⁸ Synchronous Digital Hierarchy

⁹ Wavelength-division multiplexing

¹⁰ Operation and Support System Radio and Core

over tjenestetilbudet og infrastrukturen til følgende aktører:

- Get (TDC)
- Ishavslink
- KystTele

3.2.1 Get (TDC)

Om selskapet

Get er den nest største kabel-TV leverandøren i Norge og hadde ifølge Nkom sterke vekst blant alle tilbyderne innen bredbånd og TV i 2013. Get har 500 000 kunder på kabel-TV, noe som tilsvarer omtrent 15 prosent av markedet.

Infrastruktur

TDC Norge eier et fiberbasert transmisjonsnettverk og fokuserer på større bedriftskunder. Get eier et omfattende fiberbasert nettverk som kombinert med partnernet dekker nærmere 0,7 millioner husholdninger og Get fokuserer primært på forbrukere og små og mellomstore bedrifter.

Get eier aksessnett og regionalnett, men leier kapasitet på kjernenettet til Broadnet. I denne sammenheng er dermed Get en mindre aktuell aktør å basere et nytt landsdekkende kjernenett på.

Robusthet

Get eier doble fibertraséer og ringstruktur over hele Oslo, og har følgelig høy grad av robusthet i sine egne nett. I resten av Norge er Get avhengig av å leie kapasitet på kjernenettet til Broadnet. Get eier imidlertid utstyret på alle sine lokasjoner, og er kun avhengig av fiber og transmisjonen til andre.

3.2.2 Ishavslink

Om selskapet

Ishavslink AS ble etablert i 2004 og har base i Alta. Selskapet er eid av Alta Kraftlag SA, Bredbåndsfylket Troms AS, Hammerfest Energi AS, Luostejok Kraftlag SA, Ymber AS, Repvåg Kraftlag SA og Broadnet AS.

Infrastruktur

Ishavslink har lagt en fiberkabel med nærmest ubegrenset kapasitet rundt hele Finnmark, og leier ut transportkapasitet til teleoperatører, IT tjenesteselskaper og andre storbrukere av transportkapasitet. Infrastrukturen er tatt i bruk til undervisning, næringsvirksomhet og private bredbåndstjenester (Internett, TV og telefoni).

En kartskisse over Ishavslink infrastruktur er vist nedenfor. Lokale tilknytninger kan etableres langs denne infrastrukturen.

Figur 3-7. Ishavslinks infrastruktur



Kilde: www.ishavslink.no

Robusthet

Infrastrukturen til Ishavslink er bygget i ringstruktur. Et brudd i fiberen vil ikke bryte forbindelsen. Noen strekninger tåler også flere brudd.

3.2.3 KystTele

Om selskapet

KystTele eies av tre av Nord-Norges største kraftselskaper, HelgelandsKraft AS, Salten Kraftsamband AS og Hålogaland Kraft AS.

Infrastruktur

Selskapets formål er å eie og drifte fiber infrastruktur for bredbåndsmarkedet. Forretningssiden er å tilby overføringskapasitet og leie ut mørk fiber til selskaper som har behov for høykapasitets fiberkabelforbindelser samt å gi lokale bredbåndsselskaper mulighet til bredbåndsoverføring innenfor sitt område.

Polarsirkelkabelen er en sjøkabel som går gjennom 3 fylker og har 34 landtak (ilandføringer) og 14 utstyrsrom på veien. Total lengde er 1004 km. Figuren nedenfor illustrerer kablen.

Figur 3-8. KystTele - Polarsirkelkabelen



Kilde: www.kysttele.no

KystTele eier også en tverrlink som går fra Nesna til Mo i Rana. Kabelen har 5 landtak/ilandføringer og 2 noderom og går innom 3 kommuner. Den avsluttes i samme noderom som Polarsirkelkabelen i Nesna og deler noderom med den indre fiberkabelforbindelsen i Mo i Rana.

Figuren nedenfor illustrerer tverrlinken:

Figur 3-9. KystTele – Tverrlinken



Kilde: www.kysttele.no

Robusthet

KystTeles infrastruktur er ikke bygget i ringstruktur og er dermed sårbar for fysiske brudd i fiberen.

3.3 Oppsummering – dagens infrastruktur

Det er hovedsakelig selskapene nevnt i forrige avsnitt som har infrastruktur i form av kjernenett. De øvrige benytter disse tilbydernes infrastruktur i større eller mindre grad.




Noen av infrastrukturen som er beskrevet ovenfor benyttes av flere aktører. Infrastrukturen til Ishavslink og KystTele inngår i kjernenettet til Broadnet.

Som drøftet i kapittelet over er det imidlertid noen aktører, Broadnet og Norkring, som har infrastruktur som er uavhengig av Telenor. Andre aktører, som f.eks. Get og delvis Altibox leier noe fiber av Broadnet og Telenor men benytter egen IP-infrastruktur. Dette innebærer at feil i Telenors/Broadnets logiske system eller lignende ikke vil påvirke Get eller Altibox. Ekornettet vil imidlertid være mer sårbar for fysiske skader på selve fiberen, som eksempelvis graveskader, naturhendelser eller fysiske angrep.

Dette gjelder også i de tilfellene hvor ulike aktører har lagt fiber i samme trasé. Kabler ligger flere steder i felles grøfter og antenner er i mange tilfeller montert på de samme antenntårnene. Fiberbrudd i sentrale fremføringstraséer kan dermed gi store utfall av ekomtjenester. Telenors og Broadnets infrastruktur er lagt i samme grøft på deler av infrastrukturen. Dette gjelder blant annet deler av Østerdalen og Gudbrandsdalen, strekningen mellom Oslo og Kristiansand, nord i Finnmark, samt noen strekninger i Østfold. Med unntak av nord i Finnmark, ser man imidlertid av kartene at både Telenor og Broadnet har én, ofte to, alternative føringsveier i de områdene hvor infrastrukturen ligger i samme trasé.

Tabellen nedenfor gir en oppsummering av egenskapene til infrastrukturen til de ulike aktørene.

Tabell 3-1. Oppsummering - dagens infrastruktur

Aktør	Dekning	Kapasitet	Fremføringsdiversitet	Redundans	Føringsvei
	Landsdekkende		Ringstruktur og alternative føringsveier	Ja	I jord, langs hovedvei og jernbane, i sjø og i luft
BROAD NET	Landsdekkende	4 Tbit/s	Ringstruktur og alternative føringsveier	Ja	Hovedsakelig i jord, langs hovedvei og jernbane
	Landsdekkende	8 Tbit/s*	Noe mangelfull diversitet	Ja	Hovedsakelig i luft, langs høyspenttrasé
	Landsdekkende	800-1000 Mbit/s	Mangler diversitet i Nord-Norge	Ja	Radiolinjebasert, dvs. i luft
	Hovedsakelig i Oslo	~	Ringstruktur og alternative føringsveier	Ja	Hovedsakelig i jord
	Kun i Finnmark	~	Ringstruktur og noe alternative føringsveier	~	Sjøkabel og jord
	Kun i Nord-Norge	~	Nei	~	Sjøkabel

*Infrastrukturen er dimensjonert for 8 Tbit/s, men ikke det logiske systemet

4. Sårbarhet i kjernenettene

4.1 Trusler - Hendelser som kan forårsake brudd

Hendelser som forårsaker svikt i telekommunikasjon kan ha utspring i mange ulike årsaker. En skiller gjerne mellom vilde hendelser og ikke-vilde hendelser.

Ikke-vilde hendelser kan være tekniske feil, overbelastning av nettene eller ødeleggelser som følge av naturgitte fenomener som storm, flom og lynnedslag etc. Også menneskelig svikt og feiloperasjoner inngår i denne kategorien.

Vilde hendelser er hendelser som har sin årsak i menneskers bevisste handlinger for å skade eller forårsake problemer. Motivet og kapasiteten til de som står bak vil variere i stor grad. Det vil også være naturlig å skille mellom feil i drifts- og støttesystemer, dvs. logiske feil, og fysiske feil. Logiske feil kan være feil i programvare som styrer trafikken eller produserer tjenester i ekomnett, mens fysiske feil typisk vil være brudd i kabler eller ødelagte komponenter i noder.

Grovt sett vil truslene mot ekomnettet kunne oppsummeres i følgende tabell:

Tabell 4-1. Trusler mot ekomnettet

	Logiske feil	Fysiske feil
Vilde hendelser	<ul style="list-style-type: none">• Elektronisk angrep på drifts- og støttesystem	<ul style="list-style-type: none">• Fysisk angrep på infrastruktur
Ikke-vilde hendelser	<ul style="list-style-type: none">• Tekniske feil• Menneskelig svikt• Overbelastning• Strømbrudd	<ul style="list-style-type: none">• Tekniske feil• Naturhendelser (ras, storm, is, flom mv.)• Graveskader

4.1.1 Vilde hendelser

Logiske feil

Den mest uforutsigbare trusselen mot kjernenettet i dag er vilde hendelser, da særlig i form av elektroniske angrep i kombinasjon med fysiske angrep. Avhengig av hva slags type angrep det er snakk om kan det ta svært lang tid å gjenopprette systemene og reparere de fysiske skadene.

Fysiske feil

Vilde hendelser kan også være i form av fysiske angrep på infrastruktur. Anslag på infrastruktur som fører til brudd i en kabel vil i de fleste tilfeller være relativt uproblematisk å reparere. Fysiske angrep på sentrale noder kan føre til større skader og større utfordringer knyttet til å unngå utfall i nettet.

4.1.2 Ikke-vilde hendelser

Logiske feil

Logiske feil som følge av ikke-vilde hendelser kan eksempelvis komme av menneskelig svikt, typisk i forbindelse med oppdateringer av programvare. Et eksempel på dette er utfallet i mobilnettet til Telenor 30. oktober 2014. Utfallet varte i litt over tre timer, og kom som følge av sletting av feil data i abonnementsdatabasen.

Etter som mer og mer av funksjonaliteten i nettene har med programvare å gjøre, vil logiske feil utgjøre en stadig større andel av feilene. Denne type feil i kjernenettet vil kunne ha konsekvenser for mange brukere og store områder og i verste fall for hele tjenester i hele landet.

Logiske feil som følge av overbelastning av nettene kan også bli et økende problem. Stadig flere får smarttelefoner, som ikke bare brukes til å ringe med, men til å surfe på nett, sende e-post og andre mobile tjenester. Samtidig øker bruken av mobilt bredbånd kraftig. Dette medfører omtrent en dobling av datatrafikken hvert år.¹¹

Kjernenettene er dimensjonert til å tåle stor belastning, og det er gjerne aksessnettene som setter grensene for mengde trafikk. Dersom det er brudd eller vedlikehold på en strekning i kjernenettet (eller gjerne to) kan det imidlertid bli problemer med overbelastning på den andre eller tredje strekningen som får tredobbelte med trafikk.

Alt ekomutstyr er avhengig av strøm, og vil være sårbare for strømbrudd. Sentrale punkter i

¹¹ <http://www.telenor.no/om/samfunnsansvar/Oppgradering.jsp>

infrastrukturen er imidlertid som oftest sikret med betydelig reservestromkapasitet.

Fysiske feil

Fysiske skader på infrastrukturen vil i hovedsak være som følge av naturhendelser. Eksempler på hendelser er Dagmar, brannen i Lærdal, mv. Utfordringene ved disse hendelsene har imidlertid ikke oppstått som følge av brudd eller problemer med kjernenettene, men i regionalnettet. Kjernenettet har større grad av fremføringsdiversitet og redundans, og brudd som følge av naturhendelser får gjerne liten betydning for befolkningen.

Det finnes imidlertid eksempler på situasjoner hvor en naturhendelse fører til brudd på kjernenett samtidig som det gjøres oppgraderinger eller vedlikehold på alternative føringsveier. I disse tilfellene kan naturhendelser utgjøre en trussel mot kjernenettene.

Jordkabler er utsatt for skade i forbindelse med ulike typer gravearbeider. Utførere av gravearbeider har ofte liten oversikt over hvilke ledninger og kabler som befinner seg hvor, og graveskader forekommer

hyppig. I likhet med naturhendelser utgjør dette først en trussel mot kjernenettet i tilfeller hvor det enten er flere graveskader samtidig, eller hvor det utføres vedlikeholdsarbeid eller lignende på alternative føringsveier.

Fysisk skade på infrastrukturen kan også være en konsekvens av tekniske feil. Tekniske feil kan føre til overoppheting av komponenter som av svikt i kjøling, feilmontering eller skader på komponenter under vedlikehold. Dette er igjen feil som kan føre til at et helt system slutter å fungere som forventet.

4.2 Fremføringsveienes sårbarhet

Aktørene som er beskrevet i forrige kapittel benytter til dels ulike fremføringsveier og ulik teknologi. De ulike trasétypene – enten disse går i luft, jord eller sjø – har hver sine ulike sårbarheter. Dette må hensyntas i vurderingen av den totale sårbarheten i ekom-infrastrukturen. Tabellen nedenfor gir en kort oppsummering av de ulike trasétypene og hvilke hendelser de er mest sårbare for:¹²

Tabell 4-2. Ulike typer traseer og sårbarhet

Trasétype	Beskrivelse	Sårbart for
LUFT		
Spinnefiber på lav- eller høyspentkabel	Spinnefiber er utbredt i den norske sambandsinfrastrukturen, men bygges nå i mindre grad enn tidligere.	<ul style="list-style-type: none"> • Skader forårsaket av fugler og skudd (ved jakt) • Brudd eller skader som følge av ras der stolpene står på usikker grunn • Brudd som følge av vær og vind • PtG-feil. Brudd som følge av svakheter i komponenter <p>Kan bli lang rettetid pga. tett integrasjon mellom strøm- og fiberkablene.</p>
Kabel i lavspentstolper/ telestolper	Separat fiberkabel i lavspent- eller telestolper er utbredt i den norske sambandsinfrastrukturen.	<ul style="list-style-type: none"> • Skader forårsaket av fugler og skudd • Brudd eller skader som følge av ras der stolpene står på usikker grunn • Brudd som følge av vær og vind
Optical Ground Wire (OPGW)	OPGW er løper som separate kabler i høyspentnettet og har to funksjoner: Jording av høyspentføringene og fremføring	Solide og mer robust for vær, mastebrekke og skadeverk enn spinnefiber. Sjelden brudd i OPGW.
Radiolinje	Med unntak av infrastrukturen til Norkring er det begrenset utbredelse av radiolinje i det norske kjernenettet. Mobiloperatørene bruker imidlertid en del radiolinje mot radiobasestasjonene.	Radiolinjesystemene oppleves som robuste løsninger, men kommunikationskvaliteten er utsatt ved regn og snø og antenner er sårbare for ising og annen skade som følge av dårlig vær

¹² Kost-/nyttevurdering av tiltak for styrking av norsk sambands- og IP-infrastruktur, Nexia og Styrmand (2012)

JORD

Kabel i kablegater/vei/grøft/jernbane trasé	Sambandstraséer i jord er i forhold til de øvrige trasétypene relativt kostbart å etablere. Slike fremføringer er imidlertid også mer stabile.	<ul style="list-style-type: none">• Ras dersom de er lokalisert i rasutsatt grunn• Graveskader Traséer på Jernbaneverkets grunn kan i tillegg være vanskelig tilgjengelig for reparasjon
Kulvert	En stor del av fiberfremføringene langs jernbanen løper i kulverter langs jernbanesporet, dvs. i støpte seksjoner med lokk som er lagt ovenpå bakken.	<ul style="list-style-type: none">• Ras dersom de er lokalisert i rasutsatte områder• Gnagere• Flom• Ligger relativt synlige og åpne for hærverk
SJØ		
Sjøkabel	Sjøkabler er normalt stabile traséer og er en utbredt trasétype langs kysten blant sambandsleverandørene.	<ul style="list-style-type: none">• Skade/brudd som følge av ankring eller trål• Skade på landtak (vær, ras, skadeverk o.l.)• Undersjøiske ras Svært lang feilrettingstid
Innsjøkabel	I likhet med sjøkabler er innsjøkabler stabile og relativt rimelige og legge.	I mindre grad utsatt for brudd. I likhet med sjøkabler kan rettetiden være relativt lang, ikke minst ved is på innsjøene.

Kilde: Nexia og Styrmand

Telenor sin infrastruktur er i hovedsak lagt i jord langs hovedvei eller jernbane, men selskapet har også noe infrastruktur i form av sjøkabel og luftkabel. Broadnet sin infrastruktur består i stor grad av det tidligere nettet til BaneTele, og mye av infrastrukturen ligger derfor i jord og kulverter langs jernbanelinjer. Selskapet har også noe infrastruktur langs hovedvei. Dette innebærer at Telenor og Broadnet i mange tilfeller deler trasé, noe som bør hensyntas i vurderingen av robustheten i disse to landsdekkende nettene.

Altibox sin infrastruktur er i stor grad basert på kjernenettene til kraftselskapene, og følger dermed høyspenttraséene i luft. Norkrings infrastruktur er radiolinjebasert og dermed en kombinasjon av luft og jord. Get benytter seg i stor grad av Broadnets infrastruktur på kjernenett, og det de eier selv er også lagt i jord. Ishavlink og KystTele har en kombinasjon av sjøkabel og jordkabel.

4.3 Risikoreduserende tiltak

Utfall i kjernenettet kan ha store konsekvenser for samfunnskritiske funksjoner. I tillegg vil utfall være svært skadelig for omdømmet til aktørene, da befolkningen i økende grad forventer 100 % oppetid i ekom-tjenester. Samtlige aktører vi har vært i kontakt med oppgir å legge stor vekt på å sikre en så høy oppetid som mulig.

Dette medfører at det hos de enkelte aktørene planlegges og gjennomføres en rekke tiltak for å sikre høyest mulig oppetid og redusere konsekvensene når feilsituasjoner oppstår. Tiltakene dekker et bredt spekter både knyttet til fysiske tiltak og software-relaterte tiltak. Fysiske redundanstiltak omfatter alternative fremføringsveier, ringstruktur og dublering av hardware i kjernenoder. Software-relatert funksjonalitet innebærer eksempelvis restart av ruter uten trafikkavbrudd (Non Stop Routing functionality) og oppgradering av software uten trafikkavbrudd (In Service Software Upgrade), samt arbeid med sikkerhet mot eksterne angrep og innbrudd.

I tillegg er det stort fokus på grundige testprosedyrer i forbindelse med utvikling og oppgradering.

4.4 Tidligere hendelser

Til tross for stort fokus og mange tiltak for å forhindre nedetid, har det de senere årene oppstått flere hendelser som har medført at store deler av ekom-infrastrukturen har vært nede. Nedenfor har vi listet opp noen viktige hendelser:

- 30. oktober 2014. Alle Telenors mobilkunder var uten nett i litt over tre timer. Utfallet kom som følge av sletting av feil data i abonnementsdatabasen i forbindelse med en oppdatering. Abonnementsdatabasen til Telenor har redundans og databasen er replikert på ulike

geografiske steder. I tilfellet 30. oktober, hvor feil data ble slettet, ble denne feilen også replikert til reservesystemene. Med andre ord hadde redundansen ingen skadeforebyggende effekt på denne feilen.

- 8. juli 2014: Dataangrep på Telenor og TeliaSonera. Tirsdag 8. juli ble nettportalene til TeliaSonera utsatt for ett dataangrep. Angrepet var trolig en del av et større angrep mot norsk finanssektor og flere andre store virksomheter. Angrepet førte til problemer med BankID-tjenesten på mobil og MMS-tjenesten til TeliaSonera.
- 2. juni 2014. Under planlagt Telenor-arbeid med oppgradering av fibersystemet oppstår en feil i strømforsyningen kl. 14.22. Kommunikasjonen mellom Harstad og Svalbard. I nesten fire timer faller all ekom-trafikk til Svalbard ut, med unntak av satellitt. Enkelte ekom-tjenester virket heller ikke internt på Svalbard.
- 25. mai 2014: Under et planlagt arbeid i nettet til Telenor oppsto det en feil som rammet TeliaSoneras mobilkunder fra Agder til Hordaland. Problemet ble løst dagen etter.
- 16. mai 2014: Fastnettet i Oslo, Akershus og deler av Buskerud rammes i forbindelse med omleggingsarbeid av fibersystemer i Oslo kl. 03.39. Fasttelefonkunder merket lite, siden denne trafikken kunne omdirigeres med reserveutstyr. Men for mobilnettet var dette ikke mulig. 50 prosent av mobilkundene klarte ikke å komme gjennom på første forsøk. Nødmeldingssentralene for 112 og 113 i Oslo fikk problemer med å motta anrop.
- 6. mars 2014: Mobil- og telefonnettet i Ålesund brøt sammen da en strømbryter gikk i stykker ved sentralen til Telenor
- 7. februar 2014: Kraftfeil på Telenors sentral i Ulsteinvik førte til feil på hovedtavle som igjen medførte at automatikken på det stasjonære aggregatet ikke fungerte. Dette rammet 3115 fasttelefonkunder, 2035 bredbåndskunder og 36 basestasjoner i Ulsteinvik og omegn. Utfallet skjedde kl. 22.40. Mobiltjenestene og bredbånd var tilbake ved midnatt, mens fasttelefoni var utilgjengelig frem til klokken 08:40 8. februar.
- 18. januar 2014: Brannen i Lærdal førte til brudd i mobilnettet da Telenors sentral ble slukt av flammene. Netcom leide i det samme nettet og falt også ut. For Telenor var 22 basestasjoner ute og det var totalt utfall av fasttelefoni- og bredbåndstjenester pga. av brannen i telebygget til Telenor. TeliaSonera rapporterte om utfall på 16 basestasjoner i Lærdalsområdet. Tele2 hadde bare en basestasjon i området. Denne var

samløkalisert med Telenor og var ute av drift. Broadnet hadde nedetid på 4 kundesamband, bl.a. til Nødnett, Statkraft og Østfold Energi

- 25. og 28. august 2011: En halv million mobilkunder ble rammet da nettet brøt sammen tre ganger med få dagers mellomrom. Feilen slo ut hos Telenor, Netcom og BaneTele.¹³
- 10. juni 2011: Rundt tre millioner kunder ble rammet da Telenors mobilnett brøt sammen. Feilen ble lokalisert elleve timer senere.
- 23. mai 2011: To telekabler i Telenors nett ble kuttet og tusenvis av telefonkunder var uten dekning i flere timer.

Disse hendelsene viser at det til tross for omfattende tiltak for å redusere sårbarhet fortsatt kan oppstå hendelser med brudd i ekomnettet som medfører bortfall av kommunikasjonsmuligheter. Slike hendelser har et stort skadepotensiale og kan medføre betydelige kostnader.

¹³ <http://www.dn.no/nyheter/naringsliv/2014/10/31/2157/Telekom/mtte-bruke-netcom>

5. Samfunnets sårbarhet for bortfall av elektronisk kommunikasjon

Som beskrevet i det foregående kapittelet er det sårbarheter i ekomnettet som medfører risiko for nedetid på infrastrukturen. Nedetid på infrastrukturen vil, avhengig av lengde, kunne medføre betydelige konsekvenser for samfunnet.

Flere tidligere rapporter, utarbeidet av blant annet PT (Nå Nkom) og DSB, peker på at samfunnet i stadig økende grad er avhengig av telekommunikasjon for å kunne fungere tilfredsstillende. Svikt i telekommunikasjon kan få meget alvorlige følger for samfunnet, både i freds- og krigstid og i situasjoner med krise eller ekstra beredskap.

5.1 Viktige samfunnsfunksjoners avhengighet av elektronisk kommunikasjon

DSB har i rapporten «Risikoanalyse av Cyberangrep mot ekom-infrastruktur» vurdert i hvilken grad kritiske samfunnsfunksjoner vil påvirkes av et bortfall av ekomnettet. De kritiske samfunnsfunksjonene som er vurdert er avgrenset til funksjoner som antas å bli mest berørt av bortfall av ekomnettet og inkluderer:

- Kraftforsyningen
- Vegtrafikken
- Jernbanetrafikken
- Kystfarten
- Luftfarten
- Sentral kriseledelse og krisehåndtering
- Vannforsyningen
- Bank- og finansvirksomheten
- Helse og omsorg
- Nødsentralene
- Nødnett

Scenariet som ligger til grunn for vurderingene i DSBs rapport er at sentrale noder i det landsdekkende transportnettet for ekom angripes, slik at transportnettet settes ut av drift i en fem dagers periode. Dette er et ekstremtilfelle og kan anses som et worst-case- scenariet, men gir et godt bilde av samfunnets avhengighet av elektronisk kommunikasjon.

I tabellen nedenfor har vi gjengitt DSBs vurdering av konsekvensene ved bortfall av ekom for de ulike samfunnsfunksjonene som er analysert.

Tabell 5-1. Samfunnsfunksjoners avhengighet av ekom-tjenester

Samfunnsfunksjon	Grad av påvirkning ved bortfall av ekom	Forklaring
Kraftforsyningen	Liten	Kraftforsyning påvirkes i liten grad, manglende feilretting ved strømbrudd
Vegtrafikken	Moderat	Manglende overvåkning av tunneler, ingen varslings fra trafikanter ved hendelser, moderate forsinkelser
Jernbanetrafikken	Stor	Full stans i togtrafikken
Kystfarten	Moderat	Det blir moderate forsinkelser i kystfarten
Luftfarten	Stor	Full stans i kommersiell flytrafikk
Sentral kriseledelse og krisehåndtering	Stor	Mangelfull koordinering og informasjon uten telefon, internett, radio og TV. Reserveløsninger med begrenset kapasitet
Vannforsyningen	Liten	Vannforsyning påvirkes i liten grad
Bank- og finansvirksomheten	Stor	Ingen økonomiske transaksjoner, begrenset bruk av betalingsterminaler
Helse og omsorg	Stor	Sykehus og legevakt uten kontakt med omverdenen – redusert effektivitet, utsatt behandling
Nødsentralene		Ambulanse, politi og brannvesen kan ikke nås på nødnumrene. Mangelfull koordinering av aksjoner
Nødnett		

Kilde: DSB

Bortfall av ekomntjenester påvirker som vi ser av tabellen mange kritiske samfunnsfunksjoner. Av de ni analyserte samfunnsfunksjonene er transportsektoren, helsesektoren og finanssektoren vurdert å bli sterkest påvirket av ekom-bortfallet. Et fåtall virksomheter som har egen mørk fiber vil imidlertid fortsette å fungere når transportnettet ligger nede. Dette inkluderer blant annet Forsvaret, kraftverkene, T-banen i Oslo og helseforetakene i Helse Sør-Øst.

5.2 Samfunnskonskvenser ved bortfall av kjernenettet

Som vist ovenfor er det en rekke sentrale samfunnsfunksjoner som er helt eller delvis avhengig av ekomnettet for å fungere optimalt. Et bortfall av kjernenettet vil derfor kunne gi betydelige samfunnskonskvenser, for da går store deler av ekomnettet ned. Omfanget av konskvensene vil kunne variere betydelig og vil avhenge blant annet av hvor lenge utfallet varer, samt den geografiske utstrekningen av utfallet. I lys av dette gir det lite mening å forsøke å beskrive konskvensene per utfall.

DSB har imidlertid vurdert og gjort beregninger av samfunnskonskvenser av bortfall av ekomnettet med utgangspunkt scenarieanalysen der transportnettet settes ut av drift i en fem dagers periode. Selv om forutsetningene som ligger til grunn for vurderingene er ekstrem (Cyberangrep fra fremmed makt og nedetid for transportnettet på fem dager) gir analysen verdifulle bidrag med hensyn til å kunne vurdere skadepotensialet for samfunnet ved et utfall av kjernenettet. DSB har gjort vurderinger av konskvenser på følgende samfunnsområder:

- Liv og helse
- Natur og kultur
- Økonomi
- Samfunnsstabilitet
- Demokratiske verdier og styringsevne

Vi har i tabellen nedenfor gjengitt vurderingene som er gjort av DSB i rapporten.

Tabell 5-2 Konskvenser ved utfall av ekomnettet

Samfunnsverdi	Konskvenstype	Konskvens	Usikkerhet	Forklaring
Liv og helse	Dødsfall	Store	Stor	50 ekstra døde som følge av manglende mulighet til å ringe ambulanse og varsle nødetatene ved akutte hendelser
	Alvorlig skadde og syke	Middels/store	Stor	200-300 alvorlig skadde og syke som følge av utsatt behandling eller feilbehandling
Natur og miljø	Langtidsskader på naturmiljø			Ikke relevant
	Uopprettelig skader på kulturmiljø			Ikke relevant
Økonomi	Direkte økonomisk tap	Store	Moderat	Reparasjons- og erstatningskostnader knyttet til ødelagte systemkomponenter på mellom to og ti milliarder kroner
	Indirekte økonomisk tap	Svært store	Moderat	Tap av inntekter, forsinkelseskostnader, produksjonsnedgang og redusert

				handel til et samlet tap på 10 mrd. kroner
Samfunnsstabilitet	Sosiale og psykologiske reaksjoner	Svært store	Stor	Manglende informasjon fra myndighetene, vanskelig krisehåndtering, ukjent og tilsiktet hendelse skaper uro og bekymring
	Påkjenninger i dagliglivet	Store	Stor	Manglende tilgang til tele- og datatjenester og betalingsmidler. Forsinkelser i vare- og persontransport.
Demokratiske verdier og styringsevne	Tap av demokratiske verdier og nasjonal styringsevne	Store	Moderat	Angrep mot svært viktig infrastruktur, som er bærer av samfunnets evne til å styre. Sentrale institusjoners funksjonsevne trues. Krenkelse av demokratiske verdier og individuelle rettigheter.
	Tap av kontroll over territorium			Ikke relevant
Samlet vurdering av konsekvenser		Store/svært store	Stor	Totalt sett store, til dels svært store, konsekvenser.

Kilde: DSB

Som vi ser av tabellen er samfunnskonsekvensene av scenariene svært store, bortsett fra for temaet natur og miljø som ikke er relevant i denne sammenheng. Temaene samfunnsstabilitet og demokratiske verdier og styringsevne må også tolkes i lys av at scenariet bygger på en situasjon med angrep fra en fremmed makt og at utfallet vil være langvarig.

For utfall av kortere karakter, eller utfall som skyldes naturhendelser eller tekniske feil, vil det derfor først og fremst være temaene knyttet til konsekvenser for liv og helse og økonomi som blir berørt.

I det følgende gir vi derfor, med utgangspunkt i DSB's analyse, noen nærmere betraktninger rundt hvilke konsekvenser utfall av ekomnettet kan få for disse to temaene. Vurderingene er til dels rene gjengivelser av DSB's tidligere beregninger.

5.2.1 Liv og Helse

Slik det er beskrevet av DSB vil utfall av ekomnettet kunne medføre flere følgehendelser som medfører konsekvenser for liv og helse: manglende mulighet for å varsle nødetatene på nødnumrene ved akutte hendelser, ikke mulig å rekvirere ambulanse på vanlig måte, mangelfull kommunikasjon og koordinering mellom nødetatene fordi Nødnett bare fungerer lokalt, samt redusert effektivitet og utsatt pasientbehandling innen helse og omsorgssektoren. Effektiviteten reduseres blant annet av manglende

tilgang til Norsk Helsenett, hvor det daglig går en halv million medisinske meldinger, og manglende kommunikasjon med andre sykehus, leger, kommuner, pasienter og ansatte utenfor sykehuset.

Samlet sett vil disse hendelse kunne medføre konsekvenser i form av både flere dødsfall og flere skadde og syke.

Økt risiko for dødsfall

I 2013 registrerte AMK på landsbasis totalt ca. 900 000 henvendelser på forskjellige kanaler, hvorav ca. 400 000 var anrop på nødnummer 113. 110-sentralene (brann) registrerte samme år omtrent 450 000 henvendelser totalt og 112-sentralene (politi) ca. 570 000 henvendelser. Ved bortfall av telefoni i fem dager vil ca. 25 000 anrop til nødsentralene ikke bli besvart. I tillegg til direkte konsekvenser for liv og helse, vil manglende mulighet for å tilkalle politi og brannvesen føre til utrygghet og være en belastning for mange. Manglende mulighet til å ringe legevakten vil også føre til ekstra belastninger.

Oslo brann- og redningsetat har i snitt 1,5 branner per døgn og vi kan ut fra det estimere at det på landsbasis er 15 branner per døgn og 75 branner i løpet av fem døgn. Med en forsinkelse per utrykning på 0,5 til 1 time, (tilsvarende forsinkelse som antatt for ambulanser), vil disse brannene bli langt mer alvorlige enn de normalt ville ha blitt.

Eventuelle dødsfall og skader på grunn av forsinket redningsinnsats fra brannvesenet og politiet, antas å inngå i antall ambulansetrykninger da ambulanse tilkalles ved alle hendelser hvor det er fare for liv og helse.

AMK i Oslo og Akershus, som betjener 1,3 millioner innbyggere, har ca. 350 utrykningsoppdrag per døgn og 60 av disse regnes som akutte (i tillegg kommer 30 alvorlige). Basert på tallene fra AMK Oslo og Akershus og skalert opp til landsbasis, blir det rundt 240 pasienter daglig som trenger rask sykehusinnleggelse og behandling. Det vil være mange akutte tilfeller av hjerteinfarkt og hjerneslag, men også akutt transport av eldre i tilsynsboliger, personer med trykkgassalarm og alvorlige skadde i ulykker. Noen av akuttpatientene vil imidlertid uansett dø også i en normal situasjon. I DSB's analyse anslått til 40 av de totalt 240 akuttpatientene.

Når nødnumrene ikke kan brukes, må ambulanse rekvireres på annen måte eller erstattes av person biltransport. Dette er av DSB antatt å ta ½ til 1 time lenger tid enn normal ambulansetransport (variasjoner i forsinkelser avhenger av avstand til sykehuset osv.).

Forsinket medisinsk behandling vil i en del tilfeller være kritisk. Det finnes ikke erfaringstall for hva som blir konsekvensene av ½- 1 times forsinket behandling. DSB har i sine vurderinger lagt til grunn en antakelse om at fem prosent av de akutt syke eller skadde vil dø på grunn av forsinket behandling.

Det innebærer at scenarioet fører til ca. 10 flere dødsfall per dag uten tilgang til ekomnett eller ca. 50 dødsfall i fem dagers perioden. Dødstallet i Norge i 2013 var på 41 300 eller 113 i gjennomsnitt per dag. Ti flere dødsfall daglig innebærer en økning på ca. ti prosent i forhold til normalsituasjonen (i 2013).

Økning i antall skadde og syke

Utover økt risiko for dødsfall vil bortfall av ekom også kunne føre til utsatte behandlinger som følge av redusert effektivitet, samt mulige feilbehandlinger på grunn av manglende pasientinformasjon som for eksempel kjernejournaler, epikriser og laboratoriesvar som ligger på offentlig nett. Dette kan medføre at enkelte pasienter blir sykere enn de ellers ville vært.

Sykehusene mottar ifølge DSB rundt 5000 pasienter hver dag, hvorav 1 450 pasienter til planlagt behandling (30 prosent). Mellom 40–70 av disse er kreftpasienter.

I sine vurderinger antar DSB at halvparten av all planlagt behandling blir utsatt inntil situasjonen er normalisert. Det antas videre at en til to ukers utsettelse av behandling i de fleste tilfellene vil ha liten innvirkning, mens det for kreftpasienter kan forverre sykdomsforløpet. I løpet av en fem dagers

periode anslås det at 200–300 personer blir sykere som følge av redusert behandlingstilbud.

Ekom-bortfallet vil også påvirke sykehusene ulikt siden de har ulik ekom-infrastruktur. Helse Sør-Øst har eksempelvis egen fiber mellom alle helseforetakene, noe som gjør at de berøres i mindre grad enn andre sykehus som bare baserer seg på den offentlige infrastrukturen.

Det er betydelig usikkerhet rundt konsekvensene for liv- og helse som er beskrevet ovenfor og tallene må tolkes med forsiktighet. Analysen gjennomført av DSB viser imidlertid at bortfall av ekominfrastruktur vil kunne medføre alvorlige konsekvenser for liv- og helse, også på relativt kort sikt.

5.2.2 Økonomiske konsekvenser

Bortfall av ekomnett i kortere eller lengre perioder vil kunne medføre betydelige økonomiske tap. DSB's beregninger knyttet til det gitte scenariet tilsier at det direkte økonomiske tapet knyttet til nødvendig reparasjon og utskifting av fysiske komponenter og infrastruktur, samt å få ekomnettene til å fungere igjen vil utgjøre mellom to og ti milliarder kroner.

Nedetid på ekomnett vil imidlertid også medføre et indirekte tap for aktører som benytter seg av nettet i forbindelse med tjenesteproduksjon og annet.

Dette indirekte økonomiske tapet er knyttet til blant annet tap av inntekter, forsinkelseskostnader, produksjonsnedgang, nedgang i forbruk og nedgang eller full stopp i bestillinger og leveranser. Finansielle registre og andre nasjonale felleskomponenter som eksempelvis Enhetsregisteret, matrikkelen og Altinn vil ikke være tilgjengelige. Mye av oppgavene som utføres vil kunne innarbeides i etterkant, men det vil likevel kunne oppstå betydelige forsinkelseskostnader, særlig for større bedrifter.

Produksjonen vil kunne gå ned blant som følge av manglende logistikk, arbeidskraft, bestillinger, leveranser og råmaterialer. Hele næringslivet vil gå i «sakte fart», og omsetningen vil gå ned i perioden ekomnett er utilgjengelig. Ferskvare- og netthandel vil være spesielt utsatt, og konsekvensene vil trolig øke jo lengre ekomnett er utilgjengelig.

Finanssektoren har i henhold til DSB's analyse nødløsninger som kan minske skadene ved periodiske kommunikasjonsmuligheter, men hvis kommunikasjon faller helt bort, vil alle finansielle transaksjoner stoppe opp. Stans i pengesirkulasjonen vil få direkte og indirekte virkninger for finanssektoren, næringslivet, publikum og offentlig virksomhet.

Et fungerende betalingssystem er også en forutsetning for å kunne betale for leveranser av varer og tjenester, samt handel i finansielle instrumenter.

Forsinkelser, bortfall av leveranser, rentekostnader mv. kan til sammen medføre store økonomisk tap.

Mange vil ikke ha tilgang til kontanter siden minibankene ikke vil fungere, og mange butikker vil ikke ha nok kontanter til å dekke behovet. Betalingsterminaler med lokal lagringsmulighet vil i noen grad kunne fungere, men mange kunder vil ikke ha mulighet til å betale for varer og tjenester. Uten fungerende logistikk- og betalingssystemer vil omsetningen i dagligvarehandelen synke, særlig i større byer. På mindre steder vil det kunne være enklere å finne alternative løsninger, som å handle på kreditt.

DSB har med utgangspunkt i bruttonasjonalproduktet (BNP) for 2013, som var på om lag 3 000 milliarder kroner, beregnet samlet produksjon i Norge i løpet av fem dager beløpe seg til ca. 40 milliarder kroner. Det er videre antatt at om lag 1/3 av normalproduksjonen (ca. 13 milliarder) vil gå tapt som følge av ekom-bortfallet. Selv om noe av omsetningssvikten kan innarbeides, antar det at nettotapet vil overstige 10 milliarder for de fem dagene landet i henhold til scenariet er uten ekomnett. Det er beregnet at ekomtilbydernes inntektstap vil utgjøre mellom 3 og 5 milliarder kroner basert på normal omsetning i en femdagersperiode.

Tar man utgangspunkt i DSB's beregninger tilsier dette at det vil påløpe tap på om lag to mrd kr for hver dag man er uten ekomnett. Dette innebærer at selv relativt korte utfall av kjernenettet vil kunne medføre betydelige kostnader for samfunnet.

6. Alternative tiltak for å redusere sårbarheten

Gitt at man ønsker å redusere sårbarheten i ekomnettene slik denne er beskrevet ovenfor kan det tenkes iverksatt flere ulike tiltak.

Infrastrukturen kan gjøres mer robust ved å etablere veier og duplisere utstyr (redundans), og ved å sikre sentrale knutepunkter mot ulike former for hendelser. I forbindelse med denne utredningen har vi valgt å se på to ulike hovedalternativer for å redusere denne sårbarheten som er prinsipielt forskjellig fra hverandre:

1. Alternativt landsdekkende kjernenett
2. En gjensidig reserveløsning for prioritert samband i en nødsituasjon

Disse to alternativene vil kunne utformes i til dels ulike varianter. I det følgende presenterer vi mulige utforminger av de to tiltakene mer i detalj.

Alternativ 1. Alternativt landsdekkende kjernenett

Dette alternativet innebærer utbygging av kjernenettet til en av de andre aktørene, slik at det får samme kapasitet og omfang som Telenors nett. Det nye nettet bør være uavhengig av Telenors kjernenett og på den måten øke robustheten i det totale nettet for elektronisk kommunikasjon. To landsdekkende og fullstendig uavhengige transmisjonsnett som i tillegg er lagt i ulike traseer vil øke robustheten betraktelig.

Det nye, alternative kjernenettet skal være på samme nivå som Telenor med hensyn til følgende:

- Dekning: Nettet skal være landsdekkende
- Kapasitet: Nettet skal ha kapasitet til å kunne håndtere tilsvarende kundegrupper som Telenor har i dag
- Fremføringsdiversitet: Nettet skal ha ringstruktur og alternative føringsveier på tilsvarende nivå som Telenor har i dag
- Redundans: Nettet skal ha reserveløsninger for drifts- og støttesystemene som ivaretar de logiske oppgavene
- Uavhengighet: Nettet skal være uavhengig av andre aktører (også mht. diversitet og redundans)

Alternativet innebærer ikke etablering av løsninger for omruting av trafikk, og man vil i praksis ende opp med to likeverdige kjernenett uten tilkobling til hverandre. Dette betyr at aktørene ikke kan benytte hverandres nett som reserveløsning.

For at tiltaket skal ha reell effekt må derfor kundemassene fordele seg noenlunde jevnt mellom de

to nettene. Det kan bli nødvendig med tiltak for å sikre spredning av kundemassen (eksempelvis statlig avtalepolicy mm). Kritiske funksjoner kan eventuelt sikre seg ved å ha avtaler med begge aktører. I en situasjon hvor nett A faller ut kan de benytte seg av nett B. Alternativet innebærer ikke utbygging av regionalnett og aksessnett slik at situasjonen regionalt og lokalt er uforandret.

Ekominfrastruktur som kan være aktuelle for en slik utbygging vil kunne være kjernenettene til:

- a) Broadnet
- b) Altibox

Alternativ 2. En gjensidig reserveløsning for elektronisk kommunikasjon

Dette alternativet bygger i mindre grad på utbygging av ny infrastruktur enn alternativ 1. Alternativet innebærer å i større grad benytte seg av eksisterende infrastruktur og bygge ut der det er nødvendig.

Ved å benytte seg av flere delnett og opprette samtrafikkpunkter for å omrute trafikk mellom ulike operatørers nett, kan man øke robustheten i kjernenettet. Dersom ulike operatørers nett på denne måten kan gi reservekapasitet for hverandre, vil dette redusere den totale sårbarheten.

Dette alternativet vil også kunne utformes på ulike måter med ulike ambisjonsnivåer. Vi har valgt å se nærmere på tre ulike varianter:

- a) Reserveløsning med kapasitet til kun å betjene prioriterte brukere
- b) Reserveløsning med kapasitet til å betjene prioritert trafikk samt alle kundene til én landsdekkende mobiloperatør
- c) Reserveløsning for all trafikk

Prioriterte brukere

Dette alternativet innebærer en reserveløsning med kapasitet til kun å betjene kritiske samfunnsfunksjoner, både personer og elektroniske tjenester. Dette kan eksempelvis abstraheres til 10 000 brukere. Dette tallet samsvarer med det prioritetsordningen i mobilnett er dimensjonert for, og til grunn for det ligger en vurdering av aktører med samfunnsviktig funksjon.

Funksjoner som kan gis prioritet i mobilnettet deles inn i tre kategorier:¹⁴

¹⁴ Forslag til forskrift om prioritet i mobilnett, Post- og teletilsynet

- Nasjonal og regional kriseledelse, inkludert Kongehuset, Regjeringen, Stortinget, Høyesterett, fylkesmenn og sentrale statsetater
- Operative beredskapsaktører, inkludert Forsvaret, politiet, redningstjenesten, helsevesenet, brannvesenet og beredskapsorganisasjonene til infrastrukturforvaltere og kommuner
- Diverse støttefunksjoner, inkludert matvare- og energiforsyning, finansvesen og sosiale tjenester

Prioriterte brukere samt kundene til én landsdekkende aktør

Reserveløsning med kapasitet til å betjene prioriterte brukere som beskrevet over, samt alle kundene til én landsdekkende mobiloperatør, slik at befolkningen har et kommunikasjonsalternativ.

Dette alternativet krever mer kapasitet i reservenet og vil være mer kostbart. Samtidig vil det gi muligheter for at den generelle befolkningen har et kommunikasjonsalternativ.

All trafikk

Det siste alternativet innebærer å etablere en reserveløsning med kapasitet til å håndtere all trafikk. Dette alternativet er det mest omfattende. Dette innebærer at man må ha stand-by-kapasitet i ett eller flere alternative nett til alle kunder innen mobil, fasttelefoni, bredbånd og kabel-TV.

7. Samfunnsøkonomisk analyse

De ulike alternativene for å øke robustheten i det landsdekkende kjernenettet for ekom vil ha konsekvenser for aktører og interessenter. I dette kapitlet er formålet å synliggjøre og vurdere konsekvensene av de ulike alternativene.

Første trinn er derfor å identifisere hvilke virkninger de ulike tiltakene vil kunne få. Etter å ha identifisert virkningene benytter vi metodikk for nytte-kostnadsanalyse for å analysere konsekvensene av disse virkningene. Dette innebærer analyser av både prissatte og ikke-prissatte virkninger.

7.1 Overordnede forutsetninger og metode for analysen

I vurderingen av tiltakene måles alle virkninger opp mot det såkalte nullalternativet. Nullalternativet tar utgangspunkt i dagens situasjon, og legger til grunn en fremtidig utvikling uten ekstraordinære tiltak for å øke robustheten i det landsdekkende kjernenettet.

I tråd med Finansdepartementets rundskriv R-109/14 om «Prinsipper og krav ved utarbeidelse av

samfunnsøkonomiske analyser mv») legger vi til grunn følgende overordnede forutsetninger:

- Kalkulasjonsrente på 4 prosent.
- Skattefinansieringskostnad på 20 øre per krone ved finansiering over offentlige budsjetter
- Analyseperiode på 10 år

Valget av analyseperiode er innenfor retningslinjene til Direktoratet for økonomistyring som i sin veileder for samfunnsøkonomisk analyse og gevinstrealisering av IKT prosjekter angir en analyseperiode på 5-15 år.¹⁵

Til vurdering av de ikke-prissatte virkningene har vi benyttet den såkalte pluss-minusmetoden virkninger av tiltaket vurderes ut ifra betydning og omfang som gir samlet konsekvens. Konsekvensen av tiltaket vurderes da relativt til nullalternativet. I våre analyser benytter vi en 11-delt skala for konsekvens, fra (+ + + + +) til (- - - -), Sammenhengen mellom betydning, omfang og konsekvens i vår metodikk er vist i figuren nedenfor:

Figur 7-1. Metode for vurdering av ikke-prissatte effekter

		Effektens betydning for samfunnet		
		Liten	Middels	Stor
	Stort positivt	+++	++++	+++++
	Middels positivt	++	+++	++++
	Lite positivt	+	++	+++
Effektens omfang	Intet	0	0	0
	Lite negativt	-	--	---
	Middels negativt	--	---	----
	Stort negativt	---	----	-----

Kilde: Oslo Economics

¹⁵ Senter for statlig økonomistyring (2006): Samfunnsøkonomisk analyse og gevinstrealisering av IKT-prosjekter

7.2 Identifiserte virkninger

De alternative tiltakene som er beskrevet i kapittel 6 ovenfor vil medføre både kostnader og nytteeffekter for samfunnet.

På kostnadssiden vil tiltakene først og fremst medføre behov for investeringer i infrastruktur i form av fiber og utbygging av samtrafikkspunkter mm. Dermed vil det også påløpe kostnader knyttet til drift og vedlikehold av infrastrukturen. I våre analyser er kostnadene behandlet som prissatte effekter til tross for betydelig usikkerhet rundt beregningene.

Nytteeffektene av tiltakene er først og fremst knyttet til forbedret redundans og/eller fremføringsdiversitet som gir redusert risiko for utfall av kjernenettet. Redusert risiko for utfall innebærer at hendelser som i nullalternativet ville ført til utfall kjernenettet helt eller delvis unngås. Som beskrevet ovenfor i kapittel 5 vil verdien av unngåtte hendelser kunne være svært stor, både i form av økonomiske konsekvenser samt konsekvenser for liv og helse.

Hvor mange hendelser med utfall i kjernenettet som vil oppstå i nullalternativet, og i hvilken grad disse ville vært unngått i tiltaksalternativene er ikke mulig å fastslå med sikkerhet. Truslene mot ekomnettet er uforutsigbare og det er vanskelig å vurdere hvor mange eventuelle fremtidige hendelser som ville vært unngått gitt at de ulike tiltakene ble gjennomført. Vurderingene av nytteeffekter er derfor gjennomført i henhold til metodikk for vurdering av ikke-prissatte virkninger, og er basert på betraktninger rundt hvilke typer tiltak som vil være mest effektivt ut fra det identifiserte trusselbildet. Et ytterligere kompliserende element er at hele trusselbildet ikke nødvendigvis er kjent.

7.3 Prissatte virkninger

I dette prosjektet har det kun vært mulig å prissette kostnadssiden på alternativene. Det er imidlertid betydelig usikkerhet tallene. Kostnadsberegningene er gjort på et overordnet nivå og med tolkes med varsomhet.

7.3.1 Alternativ 1. Alternativt landsdekkende nett Kostnader for utbygging av nett

Kostnadene for utbygging av nett består i hovedsak av gravekostnader. Størrelsen på kostnadene avhenger i hovedsak av lengden på traséen og topografien.

Kostnadene for å opprette et alternativt landsdekkende nett tilsvarende Telenors nett vil også

avhenge av kravene til diversitet og separate fremføringsveier.

Broadnet har allerede et uavhengig landsdekkende kjernenett på lik linje med Telenor. Det faktum at Broadnet og Telenor deler trasé i deler av infrastrukturen medfører imidlertid en sårbarhet, særlig for naturhendelser og graveskader. I de fleste stedene i landet har både Telenor og Broadnet flere alternative føringsveier og ringstruktur. Robustheten i disse tilfellene vurderes til å være stor selv om Telenor og Broadnet deler trasé i noen av føringsveiene. Den mest sårbare strekningen i Telenor og Broadnets infrastrukturen er nord i Finnmark, hvor aktørene benytter samme trasé og kun har én ring.

Broadnets (Ishavlink) fiberkabel fra Kautokeino til Karlebotn i Nesseby, en strekning på cirka 575 km kostet omtrent 200 millioner kroner. Telenor eier fiber på strekningen fra Tromsø til Vardø, totalt 900 km. Totale kostnader for utbygging av Telenor sin fiberstrekning var også omtrent 200 millioner kroner.¹⁶ Det er billigere å legge sjøkabel, og sammenlignet med fiber på land var utbyggingen relativt billig. De to strekningene knyttes sammen i Varangerfjorden og knytter dermed indre og ytre Finnmark. Telenor har byttet til seg kapasitet i den indre traséen, mens Broadnet har benyttet seg tilsvarende av Telenors ytre trasé.

Dersom Broadnet sin infrastruktur skal benyttes som alternativt landsdekkende kjernenett kan det være aktuelt å bygge ut en alternativ trasé på denne strekningen. Dvs. at Broadnet må bygge en alternativ trasé på strekningen Tromsø til Vardø, og Telenor må bygge ut fiber fra Kautokeino til Karlebotn.

Altibox har et utbredt kjernenett, men mangler dekning nord i Finnmark. Samme utbygging som beskrevet ovenfor vil derfor være nødvendig for at Altibox' nett skal kunne benyttes på lik linje med Telenors. I tillegg kan det være en utfordring at infrastrukturen som Altibox disponerer eies av en rekke ulike aktører.

Kostnader for drift og vedlikehold

Drifts- og vedlikeholdskostnader for ekom er av enkelte intervjuobjekter anslått til å utgjøre mellom 2 og 2,5 prosent av investeringssummen. Dersom dette legges til grunn vil de årlige drifts- og vedlikeholdskostnader ved utbygging av en alternativ trasé nord i Finnmark utgjøre mellom 8 og 10 millioner kroner.

I beregningen av nåverdien av alternativene har vi benyttet årlige drifts- og vedlikeholdskostnader på

¹⁶

2,25 prosent av investeringssum. Tabellen nedenfor oppsummerer de totale kostnadene

Tabell 7-1. Estimert på kostnader knyttet til realisering av alternativ 1, tall i MNOK (tallene er avrundet)

	a. Broadnet	b. Altibox
Investering	400	400
Drift og vedlikehold	80	80
Sum, ekskl. skattekostnad	480	480
Sum, inkl. skattekostnad	575	575

Note: Nåverdi beregnet over en 10 års periode med 4 % diskonteringsrate og skattefinansieringskostnad på 20 øre per krone

Det er stor usikkerhet knyttet til estimatene og de må tolkes med varsomhet. Videre er ikke kostnadene sammenlignbare da de ulike løsningene medfører ulik grad av økt robusthet. Dette drøftes under vurderingen av nytteeffekter.

7.3.2 Alternativ 2. Gjensidig reserveløsning for elektronisk kommunikasjon

Kostnader for leie av reservekapasitet

Kostnad knyttet til å reservere kapasitet for omruting på bølgelengdenivå vil være avhengig av i hvilket omfang man implementerer dette. Man kunne eksempelvis tenke seg en løsning der man øker robustheten ved å opprette omrutingsløsninger i særlig sårbare områder. Kostnadene knyttet til å reservere kapasitet på enkeltstrekninger kan illustreres ved Telenors pris på leie av kapasitet i optisk kanal på strekningen Oslo-Trondheim.

For strekningen Oslo-Trondheim er kostnadene for å leie kapasitet i optisk kanal med en hastighet på 10 Gbit/s hos Telenor følgende:

Tabell 7-2. Månedsløse for optisk kanal Oslo – Trondheim, tall i NOK

	Vei 1	Vei 2	Vei 3
Nr. 1	■	■	■
Nr. 2	■	■	■
Nr. 3-10	■	■	■

Vei 1, vei 2 og vei 3 er de tre ulike fremføringsveier Telenor har fra Oslo til Trondheim. Nummer 1-10 viser til antall fibertråder man leier per fremføringstrasé, hvor kostnaden per tråd avtar med antall tråder man leier. Etableringsprisen er ■ kr fast for alle veier.

Strekningen Oslo-Trondheim er nærmere 400 km i luftlinje. De tre nettene går imidlertid ikke i rett linje, og for enkelthets skyld antar vi at traséene har en gjennomsnittsstrekning på 500 km.

De totale kostnadene knyttet til å leie reservekapasitet i andres nett vil i hovedsak avhenge av krav til dekningsgrad og kapasitet. Dvs. hvor mange kilometer med fiber man må leie og hvor mange fibertråder man trenger i hver kanal. Med utgangspunkt i prisene for månedsløse for strekningen Oslo-Trondheim har vi gjort et overordnet anslag på kostnadene for å dekke lengre strekninger.

Kapasitetene på 10 Gbit/s, 30 Gbit/s og 100 Gbit/s er beregnet ved å gange opp månedsløse for henholdsvis 1,3 og 10 fibertråder i samme trasé, vei 1. 300 Gbit/s er beregnet ved å gange opp 10 fibertråder i hver av de tre traséene (vei 1, 2 og 3).

Tabell 7-3. Nåverdien av kostnad for leie av kapasitet i Telenors nett, tall i MNOK

	10 Gbit/s	30 Gbit/s	100 Gbit/s	300 Gbit/s
500 km	■	■	■	■
2000 km	■	■	■	■
4000 km	■	■	■	■
4000 km, inkl. skattekostnad	■	■	■	■

Note: Nåverdi beregnet over en 10 års periode med 4 % diskonteringsrate og skattefinansieringskostnad på 20 øre per krone

Kostnadene er grove estimat og baserer seg på at kostnaden for leie av kapasitet mellom Oslo og Trondheim er representativ for kostnadene for leie av kapasitet ellers i landet. Resultatene må derfor tolkes

med forsiktighet. Videre vil opprettelse av en gjensidig reserveløsning kreve at leie av kapasitet begge veier. Kostnadene kan derfor dobles.

Samtidig inkluderer kostnadene en profitt til Telenor for utleie av kapasitet. Disse er ikke en samfunnsøkonomisk kostnad, men en overføring fra aktøren som leier til Telenor. De samfunnsøkonomiske kostnadene antas derfor å være lavere enn tabellen viser.

7.4 Ikke-prissatte virkninger

Nytteeffektene av tiltakene ovenfor er knyttet til at risikoen for hendelser som gir nedetid på kjernenettet reduseres. Dette innebærer at hendelser som i nullalternativet ville ført til utfall kjernenettet helt eller delvis unngås. Tiltakene kan også tenkes å redusere konsekvensene av nedetid gjennom at mindre geografiske områder eller færre aktører berøres.

Som beskrevet ovenfor i kapittel 5 vil verdien av unngåtte hendelser kunne være svært stor, både i form av økonomiske konsekvenser samt konsekvenser for liv og helse.

Hvor mange hendelser med utfall i kjernenettet som vil oppstå i nullalternativet, og i hvilken grad disse ville vært unngått i tiltaksalternativene er ikke mulig å fastslå med sikkerhet. Truslene mot ekomnettet er uforutsigbare og det er vanskelig å vurdere hvor mange eventuelle fremtidige hendelser som ville vært unngått gitt at de ulike tiltakene ble gjennomført. Vurderingene av nytteeffekter er derfor gjennomført i henhold til metodikk for vurdering av ikke-prissatte virkninger, og er basert på betraktninger rundt hvilke typer tiltak som vil være mest effektivt ut fra trusselbildet.

I Tabell 7-4 har vi gjengitt de ulike kategoriene av trusler slik disse ble stilt opp i kapittel 4 ovenfor.

Tabell 7-4 Trusler mot ekomnettet

	Logiske feil	Fysiske feil
Villede hendelser	<ul style="list-style-type: none"> Elektronisk angrep på drifts- og støttesystem 	<ul style="list-style-type: none"> Fysisk angrep på infrastruktur
Ikke-villede hendelser	<ul style="list-style-type: none"> Menneskelig svikt (ifm drift og vedlikehold) Overbelastning Strømbrudd 	<ul style="list-style-type: none"> Tekniske feil Naturhendelser (ras, storm, is, flom mv.) Graveskader

De skisserte tiltakene er først og fremst knyttet til å øke robustheten og redusere sårbarheten overfor hhv logiske og fysiske feil. Nedenfor vurderer vi derfor tiltakenes effekter knyttet til disse to hovedkategoriene.

7.4.1 Redusert sårbarhet for logiske feil

Logiske feil i drifts og støttesystemer har potensiale for betydelige skader og kan tenkes å slå ut kjernenettet over både kortere og lengre perioder.

Alternativ 1 vil her kunne redusere skadevirkningene gjennom at en betydelig del av kundemassen ikke vil berøres av eventuelle feil. Kundemassen som benytter seg av det rammede nettet vil imidlertid være uten normal kommunikasjon. Av variantene vurderes et nett basert på Broadnets infrastruktur å være noe bedre ettersom disse har et noe mer utbygd nett og vil ha en noe mer omfattende ringstruktur.

I alternativ 2 vil man avhengig av variant i teorien kunne være uberørt av et slikt angrep. Variant c vil kunne føre til at alle brukere rutes over på den alternative infrastrukturen. Variant b) vil gi noe mindre effekt, men likevel dekke de mest kritiske behov i tillegg til at en betydelig andel av mobilbrukerne uansett vil ha sin infrastruktur intakt. Minimumsvarianten a) sikrer at samfunnskritiske funksjoner uansett vil kunne opprettholdes.

Det vil også kunne være forskjeller mellom variantene ift hvilken infrastruktur man velger å basere reserveløsningene på. Norkring benytter seg til dels av en annen teknologi enn de øvrige aktørene for fremføring og gir en form for systemredundans.

Tabell 7-5 Redusert sårbarhet for logiske feil

Alternativ	Variant	Effekt i form av redusert sårbarhet
1. Alternativt landsdekkende nett	a) Broadnet	++++
	b) Altibox	+++
2. Gjensidig reserve-løsning for elektronisk kommunikasjon	a) kapasitet til å betjene prioriterte brukere	+++
	b) kapasitet til å betjene prioritert trafikk for én landsdekkende mobiloperatør	++++
	c) Reserveløsning for all trafikk	+++++

7.4.2 Redusert sårbarhet for fysiske feil

Som beskrevet i tidligere kapitler har både Telenor og Broadnet allerede stor grad av fremføringsdiversitet i kjernenettene.

Fysiske feil på sentrale noder kan tenkes å slå ut hele nettet. De fleste fysiske skader, som eksempelvis brudd på fiber eller skader på annen infrastruktur kjernenettet vil imidlertid oftest kun gi regionale virkninger. Dette skyldes at kjernenettet har større grad av fremføringsdiversitet og redundans, og brudd som følge av naturhendelser får ofte ubemerket for befolkningen. Det finnes likevel eksempler på situasjoner hvor en naturhendelse fører til brudd på kjernenettet samtidig som det gjøres oppgraderinger eller vedlikehold på alternative føringsveier. I disse tilfellene kan naturhendelser utgjøre en trussel mot kjernenettet.

Alternativ 1 vil kunne sørge for at en mindre andel av brukerne blir berørt enn ellers. Dette vil imidlertid ofte avhenge av at infrastrukturen ikke ligger i samme fremføringstrasé. Separate nett vil i mindre grad redusere sårbarheten dersom de er utsatt for samme typer hendelser som eksempelvis flom, skred, brann med mer.

Broadnet har i utgangspunktet et selvstendig landsdekkende kjernenett, men infrastrukturen ligger mange steder trasé som Telenor og vil derfor kunne være utsatt for de samme hendelsene. Både Broadnet og Telenor har imidlertid betydelig grad av fremføringsdiversitet og redundans innad i sine egne nett. Altibox' infrastruktur benytter seg i stor grad av fremføring langs høyspenttraseer i luft som dermed følger enn andre traseer enn Telenor og Broadnet. Disse traséene vil imidlertid i større grad være utsatt for storm og uvær samt tungt snøfall. Disse vil også være mer utsatt for villedende hendelser ettersom de er lettere observerbare.

I alternativ 2 vil man, avhengig av variant, kunne være uberørt av et slikt angrep. I variant c vil alle brukere rutes over på alternativ infrastruktur hos andre aktører i området. Variant b) vil gi noe mindre effekt, men likevel dekke de mest kritiske behov i

Tabell 7-7. Oppsummering av samfunnsøkonomiske effekter

Alternativ	Variant	Kostnad	Redusert sårbarhet for logiske feil	Redusert sårbarhet for fysiske feil
1. Alternativt landsdekkende nett	a) Broadnet	480 MNOK	++++	++++
	b) Altibox	480 MNOK	+++	++++
2. Gjensidig reserveløsning for	a) Kapasitet til å betjene prioriterte brukere	---	+++	+++

tillegg til at en betydelig andel av mobilbrukerne uansett vil ha sin infrastruktur intakt. Minimumsvarianten a) sikrer at samfunnskritiske funksjoner uansett vil kunne opprettholdes.

For variant a) er det en fordel at Norkring til dels benytter seg av en annen teknologi og også gjerne lokalisert på andre fysiske lokasjoner (fjelltopper) enn de øvrige aktørene. Norkring vil imidlertid ofte ikke ha kapasitet til å betjene hele kundemassen som er nødvendig for variant b) og c).

Tabell 7-6 Redusert sårbarhet for fysiske feil

Alternativ	Variant	Effekt i form av redusert sårbarhet
1. Alternativt landsdekkende nett	a) Broadnet	++++
	b) Altibox	++++
2. Gjensidig reserveløsning for elektronisk kommunikasjon	a) kapasitet til å betjene prioriterte brukere	+++
	b) kapasitet til å betjene prioritert trafikk for én landsdekkende mobiloperatør	++++
	c) Reserveløsning for all trafikk	+++++

7.5 Samfunnsøkonomisk analyse - samlet vurdering

Tabellen nedenfor gir en oppsummering av våre vurderinger av kostnads- og nytteeffektene av de ulike tiltakene.

elektronisk kommunikasjon	b) Kapasitet til å betjene prioritert trafikk for én landsdekkende mobiloperatør	----	++++	++++
	c) Reserveløsning for all trafikk	-----	+++++	+++++

Alternativ 1 a), Alternativt landsdekkende nett basert på Broadnets infrastruktur vurderes generelt som et bedre alternativ enn 1 b), Alternativt landsdekkende nett basert på Alibox' infrastruktur. Dette skyldes at Broadnet per i dag ar et mer utbredt kjernenett enn Altibox, med bedre dekning og større grad av fremføringsdiversitet og ringstruktur.

Som tabellen viser vurderer vi alternativ 2c), Reserveløsning med kapasitet til å håndtere all trafikk, til å gi de største nytteeffektene. Samtidig medfører dette alternativet betydelig kostnader og ineffektivitet gjennom «stand-by»-kapasitet som nyttiggjøres kun ved alvorlige feil i kjernenett, dvs. feil som ikke kan håndteres av aktørens egne løsninger for redundans og fremføringsdiversitet. Avhengig av den maksimale kapasiteten i nettene i dag, kan det være nødvendig med utbygging og oppgradering av infrastrukturen. Samme resonnement gjelder for alternativ 2b) og 2a), men i noe mindre omfang både på kostnads- og nyttesiden.

Kapittel 5 skisserer konsekvensene ved utfall i ekomnettet. Basert på tall fra DSBs risikoanalyse estimerer vi at utfall i ekomnettet, per dag, kan føre til ti flere dødsfall som følge av forsinket medisinsk behandling i tillegg til forverring av sykdomsforløpet for pasienter. Bortfall av ekomnettet i kortere eller lengre perioder vil også kunne medføre betydelige økonomiske tap. Produksjonen vil kunne gå ned blant som følge av manglende logistikk, arbeidskraft, bestillinger, leveranser og råmaterialer.

Med utgangspunkt i DSB's beregninger anslås det økonomiske tapet å være om lag to milliarder kroner for hver dag man er uten ekomnett. Dette innebærer at selv relativt korte utfall av kjernenettet vil kunne medføre betydelige kostnader for samfunnet.

De ulike alternativene vil i ulik grad kunne redusere omfanget av de samfunnsmessige kostnadene.

Forutsatt at kritiske samfunnsfunksjoner sikrer forbindelse gjennom avtale med begge aktører, vil alternativ 1 redusere, eller muligens eliminere, konsekvensene for liv og helse. Ved en jevn kundefordeling mellom de to landsdekkende kjernenettene kan de økonomiske tapene anslås til omtrent 1 milliard per dag.

Alternativ 2 vil også redusere eller eliminere konsekvensene for liv og helse. De økonomiske konsekvensene vil i mindre grad reduseres av iverksetting av alternativ 2a). Alternativ 2b) anslås å omtrent halvere de økonomiske tapene, mens alternativ 2c) potensielt kan eliminere tapene ved ekombuudd.

De potensielle gevinstene ved å øke robustheten i ekomnettet er derfor svært store. Kjernenettet er tilsynelatende svært robust allerede i dag. Som beskrevet i kapittel 4 finnes det likevel en rekke eksempler på mer eller mindre omfattende utfall i ekomnettene de siste årene. Spørsmålet er derfor i hvilken grad de skisserte alternativene ville eliminert disse hendelsene eller eventuelt begrenset skadeomfanget.

8. Muligheter og utfordringer knyttet til å realisere alternativene

De ulike alternativene som er beskrevet ovenfor innebærer at det gjennomføres tiltak for styrking av kjernenettet utover det markedsaktørene selv har funnet lønnsomt.

Fra et beredskapsperspektiv er det en utfordring at infrastruktureierne er kommersielle aktører som i utgangspunktet har en forretningsmessig tilnærming til sine investeringer. Ettersom disse ikke har funnet det formålstjenlig å implementere noen av de alternative tiltakene for egen regning vil det derfor sannsynligvis være nødvendig med offentlig inngripen for å kunne realisere dem. Spørsmålet er i den forbindelse hvilke virkemidler som kan være aktuelle, og som på en mest mulig kostnadseffektiv måte kan bidra til å realisere en ønsket fremtidig situasjon.

Flere alternative fremgangsmåter kan tenkes for å realisere dette, men vi vil her skissere to ulike alternativer som kan være aktuelle:

1. Staten som lovgivende myndighet
2. Staten som innkjøper av ekomtjenester

8.1 Staten som lovgivende myndighet og tilskuddsgiver

Staten har gjennom ekomloven¹⁷ anledning til å stille krav knyttet til blant annet hvilke leveringspliktige tjenester som skal tilbys, samt hvilken kvalitet denne skal ha.

I den forbindelse kan det tenkes at det ble stilt krav til robusthet blant annet i forhold til fremføringsdiversitet og redundans.

Ekomlovens § 5-2 åpner også for at tilbydere som etter § 5-1 påføres en urimelig byrde ved å tilby leveringspliktig tjeneste kan få kostnadene knyttet til dette dekket av et finansieringsfond.

Myndighetene kan her også pålegge tilbyder å bidra til finansiering av et finansieringsfond. Det er videre anledning til å gi forskrifter om beregning av kostnader ved å tilby leveringspliktig tjeneste, finansieringsfond, samt plikt for tilbyder av elektronisk kommunikasjonsnett og -tjeneste til å bidra til finansieringsfond eller på annen måte dele kostnadene ved å tilby leveringspliktige tjenester.

Det kan med utgangspunkt i dette vurderes hvorvidt man innenfor det gjeldende lovverk av hensyn til behov for kvalitet i tjenestene kan stille krav til fremføringsdiversitet og redundans i sentral infrastruktur.

Fordelen med denne tilnærmingen er at man kan stille direkte krav til aktørene om hvilken robusthet som skal legges til grunn for tjenestetilbudet. Det vil også være muligheter for statlig finansiering av merkostnadene knyttet til en slik utbygging.

Ulempene knyttet til denne tilnærmingen er at kostnadene som ikke dekkes av myndighetene vil overføres til forbrukerne som vil kunne få dyrere tjenester.

Det må også vurderes hvorvidt fordyrende lovgivning og regelverk svekker incentivene til å rulle ut ny teknologi, og evt også incentivene til å bygge ut i mer grisgrendte strøk.

8.2 Staten som innkjøper

Staten er en stor og viktig innkjøper av ekomtjenester og har potensielt en betydelig kjøpermakt som kan utnyttes.

En tilnærming kunne være å styrke enkelte tilbydere gjennom prioriterte kjøp mot at disse bedret robustheten sitt kjernenett i tråd med spesifiserte ønsker fra staten som innkjøper. Denne fremgangsmåten bør imidlertid vurderes opp mot gjennomførbarehet ift statsstøttereguleringen.

En annen og administrativt mindre krevende tilnærming kan være å utnytte kjøpermakten gjennom å stille krav til løsnings diversitet og redundans ved inngåelse av kontrakter. I offentlige anbud kan man også i større grad bruke fremføringsdiversitet og redundans som konkurranseparametre for tilbyderne.

Ulempen med denne tilnærmingen er at kontraktene trolig vil bli dyrere enn de ellers ville gjort. Det kan også tenkes å gi aktører med allerede godt utbygd kjernenett fordeler. På den annen side gir det aktørene incentiver til å styrke diversitet og redundans på en mest mulig kostnadseffektiv måte.

¹⁷ <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2003-07-04-83>

9. anbefalinger

Analysene gjennomført i denne utredningen viser at det er stor usikkerhet knyttet til hvilke kostnader som vil være knyttet til en styrking av robustheten i kjernenettet. Før endelige beslutninger fattes bør det derfor gjøres nærmere vurderinger av hvordan den ønskede framtidige situasjon kan oppnås på en mest mulig kostnadseffektiv måte. De relevante ekom-aktørene bør også inviteres til å gi sine innspill på hvordan gitte nivåer av fremføringsdiversitet og redundans kan oppnås på mest mulig kostnadseffektiv måte.

På kortere sikt kan man søke å redusere samfunnets sårbarhet overfor bortfall av ekomtjenester gjennom bevisstgjøring av problemstillingene, samt pålegge eller oppmuntre samfunnskritiske aktører til å ha gode alternative kommunikasjonsplaner for eventuelle krisesituasjoner. Eksempelvis kan det være relevant å stille krav til at samfunnskritiske aktører skal ha doble leverandører av ekomtjenester (reservesimkort mv.) for å redusere egen sårbarhet.

oslo**economics**

www.osloeconomics.no

post@osloeconomics.no
Tel: +47 21 99 28 00
Fax: +47 96 63 00 90

Besøksadresse:
Dronning Mauds Gate 10
0250 Oslo

Postadresse:
Postboks 1540 Vika
0117 Oslo