



Nasjonale  
kommunikasjons-  
myndighet

# Ekominfrastruktur i Innlandet og Buskerud

## Regional risiko- og sårbarhetsvurdering

27. mars 2025



## Samandrag

Nasjonal kommunikasjonsmyndigheit (Nkom) har gjennomført ein regional risiko- og sårbarheitsanalyse for ekomnetta i Innlandet og Buskerud. Dette er den femte regionen Nkom gjennomfører ein slik analyse og påfølgande vurdering for gjennom eit program som starta i Finnmark i 2019. Analyseprogrammet har følgd fylka sørover, gjennom Trøndelag, og no til austlandsfylka Innlandet og Buskerud. Formålet med programmet er å avdekke dei største sårbarheitene i ekomnetta, og i samarbeid med ekomnetteigarar og ekomtilbydarar foreslå avbøtande forsterkingstiltak. Dette er den offentlege versjonen av Nkoms graderte rapport.

Ekomnetta er berarar av store verdier i samfunnet. Det er viktig at den digitale grunnmuren vert opplevd som sterk og trygg for befolkninga og alle samfunnsfunksjonar som ivaretar liv, helse og andre verdier.

Hovudfokuset i analysen er å kartlegge robustheita og sårbarheitene i transportnetta for ekom av nasjonal betydning (landsnett), regional betydning (regionalnett) og i delar av lokal- og aksessnetta ut mot brukarane. Nkom har analysert aktørbiletet og vurdert tiltak for utbetring av sårbarheiter som vi har funne for ekomnetta i dei to fylka.

Dei viktigaste sårbarheitene er etter Nkoms vurdering todelt. Den første delen knyter seg til *isolasjonsutsette lokalsamfunn* som følge av geografiske, vêrmessige og menneskeskapte forhold. Den andre delen av sårbarheitsbiletet er knytt sikring av ekominfrastrukturen i lys av den tryggingsspolitiske situasjonen som dei seinare åra har endra trussel- og risikobiletet i Noreg og Europa.

Mange lokalsamfunn i regionen er isolasjonsutsette og avhengige av ekominfrastruktur som går gjennom dalar med elvar som fløymer over ved ekstremvêrhendingar, forbi skogsområde med trefall og bratte dalsider som kan rase ut og øydelegge ekom- og kraftinfrastruktur. Gjennom dei same dalføra går også transportårene for veg- og banetraffikk, som ofte blir råka av dei same hendingane. Det kan gjere det vanskeleg for feilrettarar og beredskapspersonell å koma fram. Døme på denne sårbarheita er då Innlandet og Buskerud vart hardt råka av uvêret Hans i august 2023. Fleire tilbydarar opplevde omfattande utfall på mobil- og breibandstenester i blant anna Gol, Hemsedal, Ål, Nesbyen og Ringerike som følge av fiberbrot og straumbrot.

Den tryggingsspolitiske situasjonen skapar ei meir usikker og farlegare verd med større truslar mot kritisk infrastruktur, som ekom og kraft. Vi kan ikkje endre truslane, men vi kan sikre verdiane og redusere konsekvensane av uønskte hendingar. Dette perspektivet set skjerpa krav også til ekomnett og levering av ekomtenester. Samfunnstryggleiken og totalberedskapen skal ivaretakast i heile krisespennet, frå fred til krise og krig. I lys av dette må både myndigheiter og ekomsektoren i endå større grad ta inn over seg at ulike kritiske scenario kan bli ein realitet, og finne gode tiltak som vil *forsterke og diversifisere den kritiske ekominfrastrukturen* ytterlegare.

Gjennom aktørmøte, fysisk synfaring og anna informasjonsinnhenting har Nkom fått innsyn i og kunnskap om ekomtilbydarane sin infrastruktur, ulike sårbarheiter identifisert hos aktørane, avhengigheitsforhold aktørane imellom, og iverksette og planlagde forsterkingstiltak.

Det er i dei regionale og lokale delane av infrastrukturen vi finn dei største sårbarheitene i regionen. Det er eit gjennomgåande tema at ekomkablar fleire stader er eksponerte og relativt lett tilgjengelege.

Transportnetta som går gjennom Innlandet og Buskerud er viktige for nasjonal ekomtrafikk. Det overordna biletet er at det er mange transportnettveggar mellom landsdelane og dei største byane. Brot på éin eller eit fåtal fiberkablar i desse hovudtraséane vil gi *redusert redundans*, men sjeldan kundeopplevde utfall i heile landsdelar, sidan den nasjonale trafikken framleis har fleire andre ruter å følge.

Internt i fylka er det nokre stader få tverrsamband mellom hovudføringsvegane. Det vil seie at det er mindre grad av maskestruktur i delar av transportnetta. Dette heng blant anna saman med låg folketettleik i store område, som i nasjonalparkane, og at det er utfordrande og kostbart å etablere lange strekk gjennom slike område.

Ekom og kraft heng uavlateleg saman, og store og langvarige straumutfall vil innan relativt kort tid gi tilsvarande store utfall i ekomnetta. Nkom og NVE følger opp ei rekke tiltak i fellesskap for å styrke samarbeidet mellom ekomtilbydarar og kraftnettselskapa. Det er gjennomført regionale ekomkraftøvingar, felles fagdagar og det blir testa ut tekniske løysingar for standardisert kommunikasjon.

Ei utfordring i delar av regionen er at fleire mobilnett er avhengige av ein og same transmisjonsleverandør. Slik avhengigheit aukar sårbarheita for hendingar som kan føre til regionale og lokale tenesteutfall i fleire eller alle mobilnett samtidig. Dette er spesielt uheldig med tanke på at befolkninga skal kunne ringe til naudetatane i kritiske situasjonar, at kommunar skal kunne sende ut varsel til befolkninga, at folk skal kunne kommunisere med sine nærmaste, og at verksemder skal kunne fungere best mogeleg også under krevjande situasjonar.

I lys av funna i analysen og vurderingane som er gjort foreslår Nkom ei rekke aktuelle forsterkingstiltak for meir robuste, redundante føringsveggar og knutepunkt for fleire transportnettaktørar, betre fysisk sikring, meir påliteleg beredskap og feilretting, og betre handtering av informasjonsdeling. Det er vår vurdering at desse tiltaka vil ha god sårbarheitsreducerande effekt for dei delane av ekomnetta i Innlandet og Buskerud som treng det mest.

Nkom ønsker å understreke at i tillegg til krava som påkvarer tilbydarane av ekomnett og -tenester om forsvarleg tryggleik og beredskap ut frå ekomlova, og eventuelle myndigheitskompenserte tiltak for å oppfylle nasjonale behov utover dette, så er det også viktig at alle brukarar som er avhengig av ekom tar ansvar for eigen ekomberedskap. Avslutningsvis i rapporten har vi derfor tatt med nokre råd til privatpersonar, verksemder og offentlege instansar for å styrke eigenberedskapen.

# Innholdsliste

<b>1</b>	<b>Bakgrunn.....</b>	<b>1</b>
1.1	Viktigheita av ekominfrastruktur og regionale risiko- og sårbarheitsvurderingar .....	1
<b>2</b>	<b>Formål, kontekst, avgrensing og gjennomføring.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Transportnett.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Transportnett i Innlandet og Buskerud.....</b>	<b>12</b>
4.1	Overordna vurderingar.....	12
4.2	Telenor .....	13
4.3	Eidsiva Bredbånd .....	14
4.4	Telia .....	14
4.5	Lyse Tele .....	15
4.6	GlobalConnect.....	15
4.7	Statnett.....	15
4.8	Bane NOR .....	16
4.9	ATB-Nett-samarbeidet .....	17
4.10	Bruse og Snøgg Fiber .....	17
4.11	Valdres Energi Fiber .....	18
4.12	Viken Fiber.....	18
4.13	Numedal Fiber .....	19
4.14	Ledig fiber i Innlandet og Buskerud.....	19
4.15	Andre transportnetteigarar.....	20
4.16	Andre aktørar .....	22
4.17	Utanlandssamband.....	23
4.18	Sanering av koparnettet og utfasing av eldre teknologi .....	24
<b>5</b>	<b>Utvikling av fiberinfrastrukturen.....</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>Kraftleveranse til ekominfrastruktur.....</b>	<b>27</b>
6.1	Innleiing.....	27
6.2	Trygging av straumforsyning med reservekraft .....	28
6.3	Prioritering av ekolokasjonar ved utfall av ekstern kraft.....	29
<b>7</b>	<b>Drøfting av sårbarheiter .....</b>	<b>31</b>
7.1	Innleiing.....	31
7.2	Utfallshendingar i ekomnetta i Innlandet og Buskerud .....	32
7.3	Sårbarheiter relatert til den overordna fiberinfrastrukturen .....	34

7.4	Sårbarheiter i diversitet og redundans på føringsvegar og knutepunkt .....	36
7.5	Sårbarheiter knytt til fysisk sikring .....	41
7.6	Sårbarheiter knytt til geografi og vêrforhold .....	45
7.7	Sårbarheiter knytt til kraftforsyning og reservestraumkapasitet .....	50
7.8	Sårbarheiter og problemstillingar relatert til beredskap for feilretting.....	53
7.9	Andre sårbarheiter og utfordringar.....	54
7.10	Vurdering av sårbarheiter og risiko for utfall.....	57
<b>8</b>	<b>Målbilete for Innlandet og Buskerud.....</b>	<b>63</b>
8.1	Målbilete .....	63
8.2	Status for målbilete 1 .....	65
8.3	Status for målbilete 2 .....	65
8.4	Status for målbilete 3 .....	66
8.5	Status for målbilete 4 .....	67
<b>9</b>	<b>Aktuelle tiltak.....</b>	<b>67</b>
9.1	Innleiing.....	67
9.2	Overordna vurdering av tiltak .....	68
9.3	Oppsummering og prioritering av tiltak.....	69
9.4	Råd til eigenberedskap.....	71
<b>10</b>	<b>Vedlegg.....</b>	<b>72</b>
	Vedlegg 1: Forklaring av omgrep.....	72
<b>11</b>	<b>Bilete, figurar og kjelder .....</b>	<b>74</b>

---

## Figurliste

Figur 1:	Nivåa i ekomnetta og samanhengen mellom trafikkvolum og risiko for utfall.....	2
Figur 2:	Lokasjonar i Innlandet og Buskerud med forsterka ekom etablert eller i prosess .....	4
Figur 3:	Oversiktskart over Buskerud og Innlandet.....	7
Figur 4:	Oversikt over stader som er evaluert i analysen.....	8
Figur 5:	Skjematisk oppbygging av transportnett og aksessnett .....	10
Figur 6:	Døme på typisk landsnett og regionnett for ein landsdekkande aktør .....	10
Figur 7:	Prinsippskisse over Telenors netthierarki med fysiske og logiske forbindelsar .....	13
Figur 8:	Ulike måtar å framføre fiberkabel på kraftlinjer på .....	16
Figur 9:	Døme på innmating av OPGW-fiberkabel på høgspentanlegg .....	20
Figur 10:	Lokasjonar der Sikt er tilstades med nettverk.....	20
Figur 11:	Norsk Helsenett sitt nasjonale stamnett.....	21

Figur 12: Eksisterande og planlagd mørk fiber frå N0r5ke Fibre.....	26
Figur 13: Utfall i Innlandet rapportert til Nkom i tidsrommet 2019-2023 .....	32
Figur 14: Utfall i Buskerud rapporterte til Nkom i tidsrommet 2019-2023 .....	33
Figur 15: Mellombels reparasjon i Buskerud med skøytebombe liggande på bakken .....	37
Figur 16: Kablar langs jernbanetrasé.....	38
Figur 17 og 18: Mangelfullt vern/overdekning, og skeiv stolpekurs i Innlandet.....	38
Figur 19 og 20: Kabelkum full av vatn ved sentral, og kum under vatn ved flaum .....	39
Figur 21: Ulåst kabelskap.....	39
Figur 22: Faksimile av artikkel i Laagendalsposten, januar 2025 .....	40
Figur 23: Utfallskart for Kongsberg og omegn januar 2025 .....	40
Figur 24: Mange basestasjonar kan gå ned lokalt ved skadar på éin fibertrasé .....	41
Figur 25: Kabelinntak på sentral dimensjonert for eit gammalt koparnett .....	42
Figur 26a og b: Døme på god merking i terrenget og godt utført overgang for fiberkabel .....	43
Figur 27: Døme på synleg sjøkabel som manglar overdekking ut frå landtak .....	43
Figur 28a og b: Batterilaust smartnøkkelsystem iLoq .....	44
Figur 29: Oversiktsbilete frå Fagernes under ekstremvêret Hans. ....	45
Figur 30: Faresonekart over Innlandet .....	46
Figur 31: Drammensvassdraget.....	47
Figur 32: Faresonekart over Buskerud .....	48
Figur 33: Kartlagte kvikkleiresoner i sentrale deler av Drammen og Lier kommune .....	49
Figur 34: Nettselskapet Elvia er det største i Noreg og dekker store delar av Innlandet .....	51
Figur 35: Kategoriar av identifiserte sårbarheiter .....	60
Figur 36: Risikovurdering av utilsikta hendingar i ekominfrastrukturen i Innlandet og Buskerud .....	61
Figur 37: Illustrasjon av korleis hendingar/feil som skjer samtidig får ein samansett effekt .....	62
Figur 38: Mapping av skadepotensial ut frå verdi- og sårbarheitsvurdering – tilsikta hendingar .....	63
Figur 39: Status for målbilete 3. Føringsveggar for transportnett til tettstader i Innlandet og Buskerud .....	66
Figur 40: Hovudkategoriar for foreslåtte tiltak .....	69
Figur 41: Kost/nytte-vurdering av tiltak .....	70

## Tabellar

Tabell 1: Status for forsterka ekom i Innlandet og Buskerud per 2024 .....	5
Tabell 2a og b: Statistikk over lange utfall .....	52
Tabell 3: Skjematisk framstilling av typiske avhengighetsforhold mellom transportnettaktørar.....	56
Tabell 4: Oversikt over scenario på ulike risikoområde .....	59

# 1 Bakgrunn

## 1.1 Viktigheita av ekominfrastruktur og regionale risiko- og sårbarheitsvurderingar

Den underliggende ekominfrastrukturen utgjer sjølve fundamentet for den digitale grunnmuren som samfunn og enkeltindivid vert stadig meir avhengige av. Digitaliseringa av samfunnet aukar heile tida og gjer at vi forventar at ekomtenestene skal vere tilgjengelege *heile tida*. Ekomnetta er utsett for mange ulike risikofaktorar som kan påverke stabiliteten og tilgjengelegheita for brukarane, som til dømes fysiske skadar som følge av vêr- og andre naturhendingar, graveskadar, transportulukker og mangelfullt vedlikehald. Ein tilspissa sikkerheitspolitisk situasjon har også endra trussel- og risikobiletet i Europa, Norden og i Noreg. Det har ført til auka merksemd rundt samfunnstryggleik og totalberedskap og stiller større krav til beskyttelse av ekomnetta i heile krisespekteret. Myndigheiter og ekomsektoren må ta inn over seg kva tiltak som bør gjerast for å beskytte infrastrukturen.

Det går føre seg eit kontinuerleg arbeid med forsterking og robustifisering av ekomnetta, og sjølv under større ekstremvêrhendingar ser vi at ekomnetta i stor grad klarar å halde seg oppe og er blitt meir motstandsdyktige mot ekstremvêr. På den andre sida skjer det framleis rett ofte områdevis utfall som skapar vanskelege situasjonar for befolkning, verksemder og naudetatar. Ved store naturhendingar og andre typar kriser er tilgangen til fungerande kommunikasjonsnett svært viktig for å koordinere innsats for å trygge liv og helse, for folk til å halde kontakten med sine nærmaste og for offentlege og private verksemder så langt det går til å kunne fungere mest mogeleg normalt.

Nkom har i tidlegare risikovurderingar peikt på at ekominfrastrukturen blir utsett for, og derfor må tole, meir ekstremvêr. I Nkoms EkomROS for 2024<sup>1</sup> heiter det at «Været skal bli villere, våtere og det blir vanskeligere å forutse hvor ekstremvær treffer. Langsiktig planlegging av infrastrukturen med fokus på klimaendringene er nødvendig både frå tilbydere og offentlige myndigheter.»

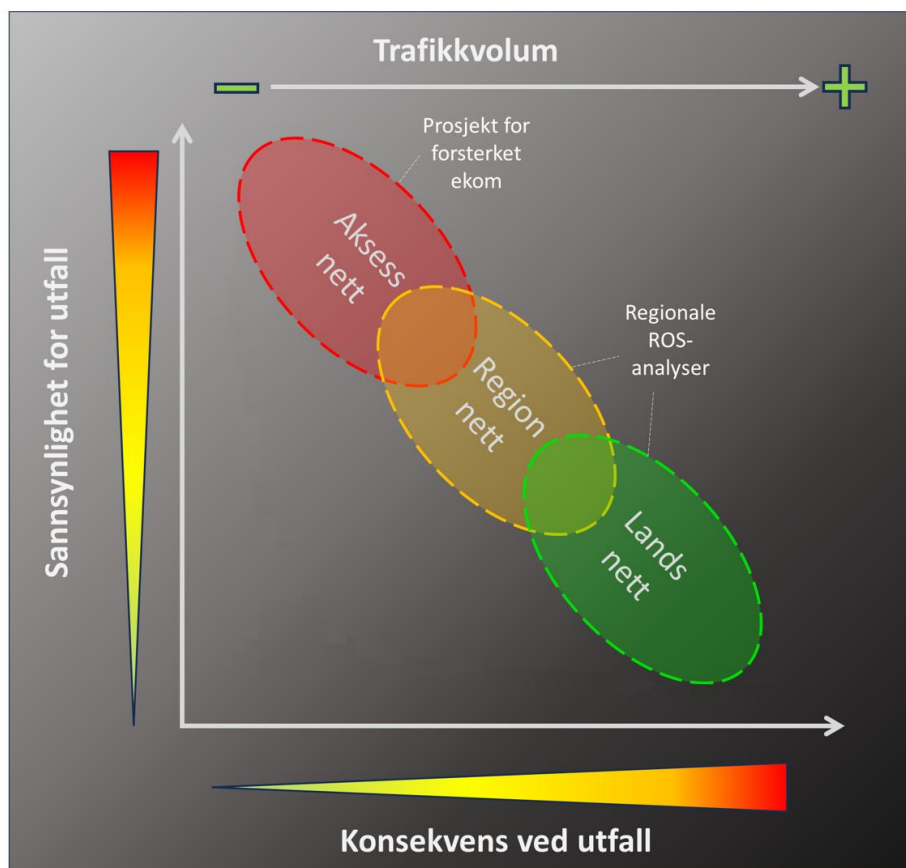
I Nkoms rapport «Risikovurdering av ekomsektoren 2021 – En sektor i endring»<sup>2</sup> vert det understreka at spesielt «ytterkanten» av ekomnetta vil ha behov for forsterkingar, mellom anna på grunn av aukande påverknad av ekstremvêr. Jo lenger inn mot kjernen i transportnetta ein kjem jo betre er netta på ulike vis sikra for å motstå utfall. Dette er sjølv sagt både naturleg og viktig ettersom desse «motorvegane» ber mykje av trafikken som blir frakta i netta, og større utfallshendingar her kan få alvorlege konsekvensar for ein region eller landsdel.

---

<sup>1</sup> <https://nkom.no/rapporter-og-dokumenter/ekomros24>

<sup>2</sup> <https://nkom.no/rapporter-og-dokumenter/ekomros-2021>





Figur 1: Nivåa i ekomnetta og samanhengen mellom trafikkvolum og risiko for utfall

For å kunne sette inn gode og målretta forsterkingstiltak for ekomnetta treng ein kunnskap om ekominfrastrukturen på nasjonalt og regionalt nivå.

Stortingsmelding 28 (2020–2021) held fram at det skal gjennomførast fleire regionale risiko- og sårbarheitsanalysar av ekominfrastrukturen. Nkom fekk i oppdrag av dåverande Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD), no Distrikts- og forvaltningsdepartementet (DFD), å gjennomføre slike regionale analysar etter modell frå den første analysen som vart gjort for Finnmark i 2019/20. Resultata frå Finnmarks-analysen, og påfølgjande analysar i Troms, Nordland og Trøndelag, er blitt følgt opp med statlege middel for å dekke meirkostnader for investeringar som bidrar til å gjere ekomnetta i regionane meir robuste.

Nkom sine regionale risiko- og sårbarheitsanalysar, gjerne referert til som *regionsanalysar*, supplerer nasjonale og meir overordna analysar som årlege trusselvurderingar frå NSM, PST og Etterretningstenesta, og Nkom sin rapport om «Robuste transmisjonsnett for Norge mot 2030»<sup>3</sup>. Analysane kartlegg behovet for konkrete tiltak, både tiltak tilbydarane sjølve er forventa å gjennomføre

<sup>3</sup> <https://www.nkom.no/rapporter-og-dokumenter/robuste-transmisjonsnett-for-norge-mot-2030>

og finansiere etter ekomlova § 3-1 første ledd, jf. femte ledd, og myndigheitskompenserte tiltak etter sjette ledd, for å oppfylle nasjonale behov utover det som følger av første ledd.

Robuste nasjonale ekomnett er eitt av NATO sine sju grunnleggande krav til sivil beredskap i medlemslanda («NATO's baseline requirements»<sup>4</sup>). Desse krava er utarbeidde som følge av at den strategiske tryggingssituasjonen i NATO er i kontinuerleg endring. Sivile strukturar, ressursar og tenester er førsteskansen i det moderne samfunnet si responsevne mot truslar og åtak. Samarbeid mellom sivilsamfunnet og Forsvaret blir stadig viktigare for nasjonen si evne til å reagere på hendingar som truar samfunnstryggleiken, og robuste ekomnett og -tenester inngår som ein svært viktig del av Noreg sitt totalforsvar.

## 2 Formål, kontekst, avgrensing og gjennomføring

### Formål

Hovudfokuset i denne analysen er å kartlegge robustheita og sårbarheitene i transportnetta for ekom av nasjonal betydning (landsnett), regional betydning (regionalnett) og i delar av lokal- og aksessnetta ut til tettstader. Nkom har analysert aktørbiletet og vurdert tiltak for utbetring av sårbarheiter vi har funne i Innlandet og Buskerud.

I lys av funna i analysen og vurderingar som Nkom har gjort foreslår vi ei rekke aktuelle forsterkingstiltak for meir robuste føringsveggar og knutepunkt, betre fysisk sikring, beredskap og feilretting, og betre handtering av informasjonsdeling.

### Kontekst

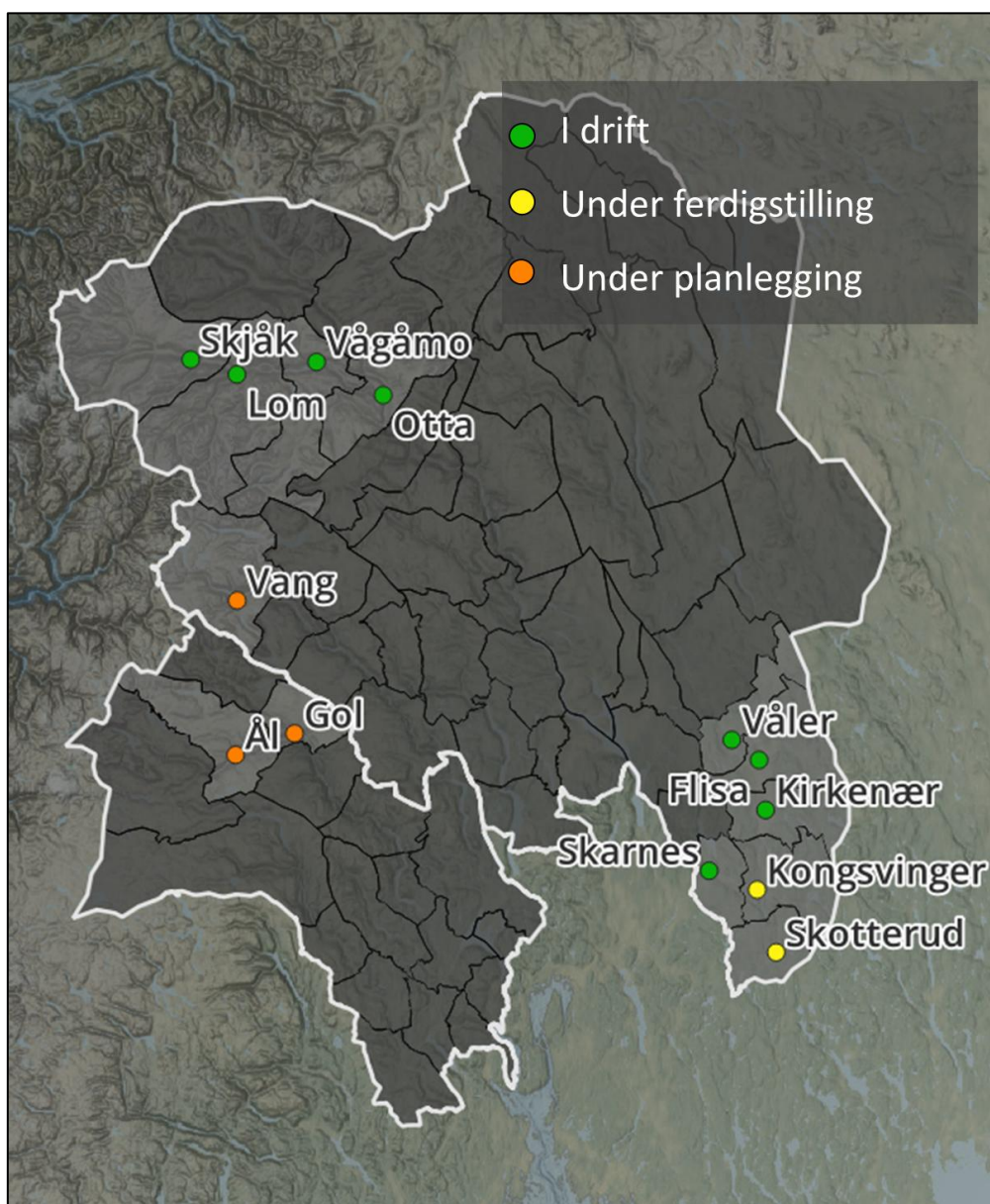
Ekominfrastrukturen er avhengig av stabil straumforsyning. I denne sårbarheitsanalysen drøftar vi derfor også utfordringar knytt til straumforsyning for prioriterte ekominstallasjonar. Det går føre seg samarbeid på fleire område mellom ekom- og kraftsektorane. Samarbeidet er mellom anna beskrive i Meld. St. 28 (2020–2021) «Vår felles digitale grunnmur».<sup>5</sup>

Nkom har gjennom fleire år samarbeidd med tilbydarar av ekomnett gjennom programmet «Forsterka ekom» (FEKOM) rundt om i landet. Målet med dette myndigheitsfinansierte programmet er å sikre at mobilnett er tilgjengeleg i eit prioritert dekningsområde i utvalde kommunar. Dette for at den kommunale kriseleiinga og resten av befolkninga skal ha eit utpeikt område i kommunen med mobildekning ved langvarige straumutfall og ein ekstra, uavhengig transmisjonsveg til tilbydarane sine transportnett. Nkom, Direktoratet for samfunnstryggleik og beredskap (DSB), Lyse Tele, Telenor og Telia og alle fylkesberedskapssjefane i landet er med i programmet.

<sup>4</sup> <https://www.nato.int/docu/review/articles/2019/02/27/resilience-the-first-line-of-defence/index.html>

<sup>5</sup> [Meld. St. 28 \(2020–2021\) - regjeringen.no](#)

Forsterka ekom sikrar naudstraum i minimum 72 timar til basestasjon i tillegg til eit reservesamband til den aktuelle basestasjonen. I programmet vert infrastrukturen i utvalde kommunar kartlagt, sårbarheiter identifisert og tiltak gjennomført for å redusere risikoen for at mobiltjenester fell ut i viktige, utpeikte dekningsområde. Parallelt med kartlegging og aktivitetar i samband med den regionale risiko- og sårbarheitsanalysen har det vore koordinert aktivitet rundt forsterka ekom i Buskerud og Innlandet, sjå figuren under. Medan tiltaksarbeidet gjennom forsterka ekom i hovudsak fokuserer på lokale basestasjonar og samband til desse, er fokuset i dei regionale sårbarheitsanalysane i større grad på meir sentral infrastruktur for transportnett. Desse to programma supplerer einannan dermed på ein god måte.



Figur 2: Lokasjonar i Innlandet og Buskerud med forsterka ekom etablert eller i prosess

Kommune	Stad	Oppstart/byggeår	Status
Skjåk	Skjåk	2021	I drift
Lom	Lom	2015	I drift
Vågå	Vågåmo	2021	I drift
Sel	Otta	2021	I drift
Vang	Vang	2024	Under planlegging
Gol	Gol	2024	Under planlegging
Ål	Ål	2024	Under planlegging
Våler	Våler	2021	I drift
Åsnes	Flisa	2021	I drift
Grue	Kirkenær	2021	I drift
Sør-Odal	Skarnes	2021	I drift
Kongsvinger	Kongsvinger	2022	Under ferdigstilling
Eidskog	Skotterud	2022	Under ferdigstilling

Tabell 1: Status for forsterka ekom i Innlandet og Buskerud per 2024

Over mange år er det også løyva betydelege offentlege middel til utbygging av breibandsnett i Innlandet og Buskerud. Desse utbyggingsprosjekta går i stor grad ut på å bygge breibandsnett frå etablert ekominfrastruktur ut til nye kundar, det vil seie lokal- og aksessnett, gjerne omtalt som 'last mile'. Men dei lokale breibandsnetta er også avhengige av å vere kopla på regionale og nasjonale transportnett for å kunne kommunisere med omverda. I denne analysen fokuserer vi i hovudsak på nasjonale og regionale transportnett, og enkelte delar av lokal- og aksessnetta.

### Avgrensing

Hendingar på logisk IP/MPLS<sup>6</sup>-nivå og andre nettverkslag kan også medføre alvorleg skade og utfall, enten det dreier seg om utilsikta programvarefeil, konfigurasjonsfeil, eller tilsikta cyberåtak. Hendingar av denne typen oppstår, eller vert gjort mogeleg, som følge av sårbarheiter knytt til stadig aukande kompleksitet i verdikjedene og avhengigheita mot andre aktørar og sektorar, som til dømes underleverandørar av tenester og utstyrskomponentar. Hovudfokuset i denne sårbarheitsanalysen er på dei fysiske og optiske sidene ved ekomnetta i Innlandet og Buskerud, og omfattar ikkje spesifikt cyberhendingar eller logiske digitale sårbarheiter.

<sup>6</sup> IP/MPLS: *Internet Protocol/Multiprotocol Label Switching*, vanlegaste forma for logisk trafikkruiting i moderne ekomtransportnett

## Gjennomføring

Som ein sentral del av analysearbeidet har Nkom hatt møte med og på andre måtar innhenta informasjon frå fleire ulike typar aktørar. Vi har også gjennomført fysiske synfaringar av relevant ekominfrastruktur i dei to fylka. Dei mest sentrale aktørane vi har fått informasjon frå kan delast i følgjande kategoriar:

- Aktørar som eig eller opererer eksisterande og planlagde fiberkabelanlegg i regionen:  
Bane NOR, Bruse, Dark Fiber Group, Eidsiva, GlobalConnect, Lyse Tele (Altibox), Numedal Fiber, Statnett, Telenor, Telia, Valdres Energi Fiber og Viken Fiber
- Andre infrastruktureigarar: ATB-Nett, Green Mountain
- Statlege aktørar som kjøper eller leiger transportnett-tenester i regionen: DSB Nødnett, Norsk Helsenett, Sikt
- Tilbydarar av offentlege ekomtenester: Bruse, Eidsiva, GlobalConnect, Lyse Tele (Ice), Numedal Fiber, Telenor, Telia og Viken Fiber
- Andre representantar for regionen: Statsforvaltarembeta i Innlandet og Buskerud, fylkeskommunane, Ål kommune, regionale media

## **Regionsanalysen: Risikobasert tilnærming for å styrke ekomnetta**

Nkom utfører som nemnt kartlegging av sårbarheiter og aktuelle forsterkingstiltak i ekomnetta gjennom fleire parallelle program og prosjekt. Medan programmet «Forsterka ekom» primært fokuserer på aksess- og lokalnett, og tiltak for å sikre tilgjengelegheita til mobiltenester på sentrale stader i kommunane, prioriterer vi i dei regionale analysane å kartlegge sårbarheiter og forsterkningstiltak med utgangspunkt i lands- og regionalnetta. Det gjer vi for å verifisere status og om naudsynt forsterke den grunnleggande robustheita i dei delane av ekomnetta som ber mest trafikk («motorvegane»), som illustrert i figur 1. I analysen for Innlandet og Buskerud argumenterer vi for at det i *denne* regionen vil vere naturleg å også fokusere lenger ut mot dei lokale distribusjonsnetta (lokalnett) enn det som er gjort i tidlegare regionsanalysar, av grunnar som blir belyst utover i rapporten.



Figur 3: Oversiktskart over Buskerud og Innlandet. Kjelde: Kartverket



Figur 4: Oversikt over stader som er evaluert i analysen

### 3 Transportnett

Omgrepet *transportnett* vert i denne rapporten nytta som ei samnemning for den underliggande fysiske, optiske og elektroniske infrastrukturen som dannar dei nasjonale, regionale og lokale forsyningslinjene som alle ekomtenester er avhengige av og nyttar. Ulike ekomtilbydarar kan ha sine egne omgrep på dei strukturelle og logiske laga som bygger på den fysiske infrastrukturen. Andre nemningar for å beskrive transportnett er transmisjonsnett, stamnett eller kjernenett. Eit transportnett er samansett av fysisk infrastruktur som fiberkablar, nodar og knutepunkt med nettverksutstyr, og av nettverkstenester som transporterer store trafikkmengder over lengre og kortare avstandar.

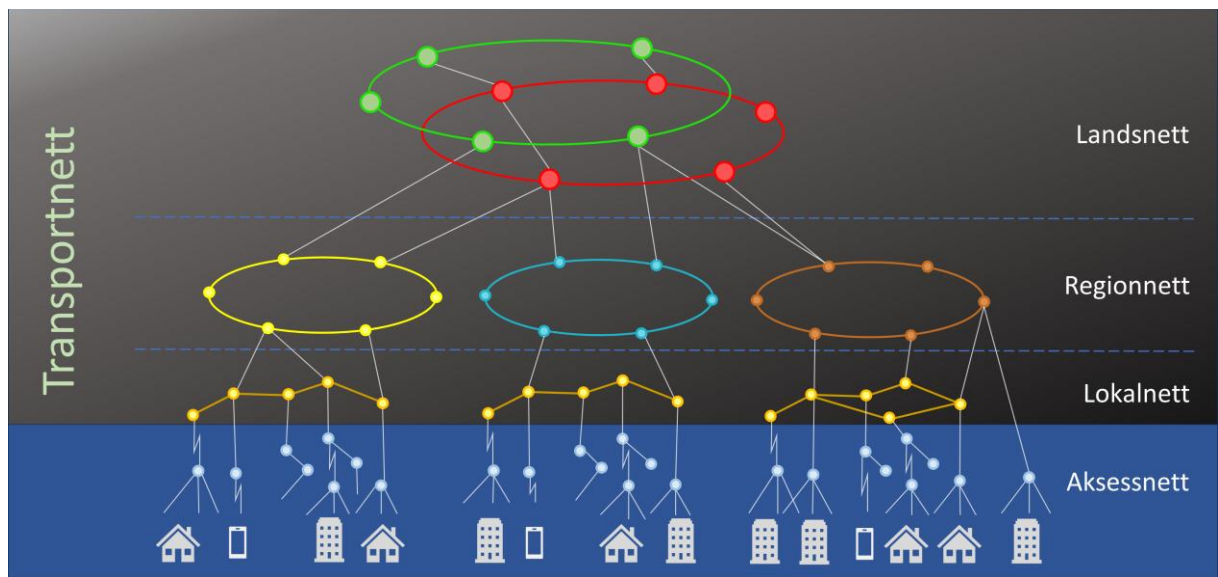
Transportnett kan liknast med bilvegane som går gjennom landsdelar, fylke og kommunar og sørger for forbindelsar som kan setjast trafikk på. Transportnetta vil som regel vere bygd opp i eit hierarki med fleire nivå av kapasitet og redundans. Med redundans meiner vi i denne rapporten at det finst to eller fleire alternative transportvegane mellom to stader, til dømes to nodepunkt. Hovudvegane som bind heile landet saman har svært høg overføringskapasitet og høg grad av redundans. Lenger ute i transportnetta vert kapasiteten og graden av redundans lågare. *Aksessnetta* utgjør det siste transmisjonsstrekket fram til sluttbrukarane. Dette er forbindelsen fram til private hus, verksemdar, mobiltelefonar og så vidare, som synt i figuren under. Aksessnetta består av komponentar som basestasjonar og brukarplasserte ruterar.

Ein deler gjerne transportnett inn i nivåa *lands-, region- og lokalnett*, sjå figurane under. Landsdekkande aktørar har landsnett som knyt saman regionnetta og sørger for høgkapasitetssamband over dei lengste avstandane. For dei største transportnettaktørane i Noreg går landsnetta opp til Tromsø eller Alta. Vidare nord- og austover har dei region- og lokalnett.

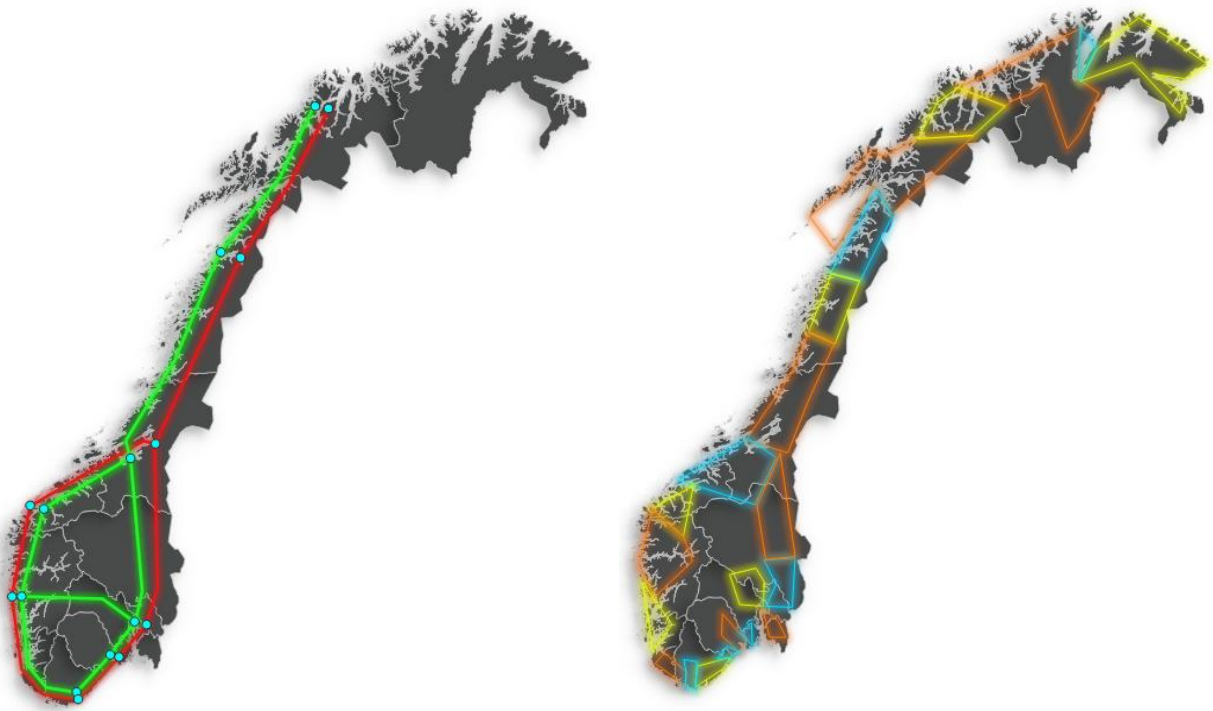
Regionnett dekkjer som regel eit fylke eller ein stor by, og blir også omtalt som metronett. Som det går fram av dei følgjande figurane så er regionnetta typisk bygd opp av ringar med høg kapasitet og er normalt forbundne til aktøren sitt landsnett på to stader. I praksis betyr det at alle nettverkselementa i regionnetta kan nåast fysisk gjennom minst to ulike vegar.

Lokalnetta knyter aksessnetta til regionnetta og dekkjer som regel ein tettstad og det nærmaste omlandet. På landsbasis er det er fleire hundre lokalnett. Dei heng typisk som forgreiningar ut frå tilknytingspunkt i regionnetta, som vist under. Utviklinga går mot at også lokalnetta får auka redundans, noko vi også vil koma tilbake til i denne analysen.





Figur 5: Skjematisk oppbygging av transportnett og aksessnett. Fargene på netta går igjen i karta under.



Figur 6: Døme på typisk landsnett (til venstre) og regionnett (til høgre) for ein landsdekkande aktør

Tilbydarar av transportnett kan enten sjølve eige dei fysiske fiberkablane, ha disposisjonsrett til såkalla «mørk fiber» gjennom kjøp eller byte, eller leige overføringskapasitet. I all hovudsak vert transportnett bygd opp av følgende delprodukt:

- **Mørk/svart fiber:** Tilbydar gir kjøpar tilgang/disposisjonsrett til fiberpar i ein fiberkabel der kjøpar sjølv må sette opp alt av optisk og elektronisk utstyr for å produsere transporttenester.
- **Optisk samband** (også kalla bølgelengde eller optisk kanal/kapasitet): Tilbydar gir kjøpar tilgang til punkt-til-punkt-forbindelse over eitt eller fleire fiberstrekk med ein gitt kapasitet der tilbydaren driftar det optiske systemet.
- **«Lag 2»-samband:** Tilbydar gir kjøpar punkt-til-punkt-forbindelse eller punkt-til-multipunkt på lag 2 i OSI-modellen<sup>7</sup>, datalinklaget, gjerne over lengre avstandar. Døme på produkt er ATM og carrier ethernet. Carrier ethernet vert ofte brukt av verksemder for å knyte saman fleire lokasjonar der dei er til stades med IT-infrastruktur til eitt, samanhengande IT-nett.
- **«Lag 3»-samband:** Nemninga viser igjen til eit lag i OSI-modellen, lag 3, nettverkslaget. Det mest vanlege produktet er IP-VPN som gir ein punkt-til-punkt eller punkt-til-multipunkt IP-forbindelse for kunden, uavhengig av den underliggande infrastrukturen.

Ekomtenestene som sluttbrukarar etterspør krev overføring av stadig større datamengder, høgare hastigheit og kortare responstid. Forventingane til stabilitet og opetid er svært høge. Derfor har ekomtilbydarane behov for større og meir påliteleg overføringskapasitet i transportnetta for å kunne transportere all trafikken som skjer «i bakgrunnen» mellom tenestene og brukarane. Det meste av transportnett i Noreg i dag går over fiberoptiske kablar på grunn av den overlegne overføringskapasiteten desse kan gi samanlikna med andre alternativ. Det vert framleis brukt radiolinjer i enkelte tilfelle (radiobølger som vert sende mellom stasjonar med parabolantennar), spesielt for å løyse utfordrande transmisjonsbehov der andre løysingar er vanskeleg eller for dyre å få til, og i lokalnett nær kundar.

Ein kan grovt dele transportnett inn i to hovudbruksområde, *kommersielle* og *dedikerte* nett. Her kan det riktig nok vere glidande overgangar, der dei dedikerte netta ofte vil vere avhengige av fiberinfrastruktur frå tilbydarar av kommersielle nett.

*Kommersielle* transportnett tilbyr transportnettenester på den opne marknaden. Lyse Tele (Altibox), GlobalConnect og Telenor er dei største tilbydarane av landsdekkande kommersielle transportnett i Noreg, og dei tilbyr også transportnettenester i Innlandet og Buskerud. På tilbydarnivå er det godt utval og god diversitet for transportnettenester i regionen. I tillegg til dei store nasjonale finn ein også sterke regionale aktørar, som Eidsiva, som dekker store delar av Austlandet, og ATB-Nett-samarbeidet i Buskerud og fleire nabofylke.

---

<sup>7</sup> OSI-modellen: *Open Systems Interconnection basic reference model* er ein referansemodell for datakommunikasjon definert av den internasjonale standardiseringsorganisasjonen ISO. Den deler datakommunikasjonen inn i sju lag, frå det mest fundamentale *fysiske laget*, «Lag 1», til det øverste, brukarprogramorienterte *applikasjonslaget*, «Lag 7».

*Dedikerte* transportnett vert nytta til spesifikke formål som til dømes kommunikasjon mellom sjukehus, universitet og til styring av straumnett, kraftstasjonar, tunnelanlegg og annan infrastruktur. I Innlandet og Buskerud eig og driftar til dømes Bane NOR ein god del eigen fiber- og radiolinjeinfrastruktur. Telenor har framleis eit delvis dedikert transportnett for kringkasting. Sikt og Norsk Helsenett har også dedikerte transportnett i regionen. Mange av aktørane som opererer eigne, dedikerte transportnett er i stor grad avhengige av underliggende fiberinfrastruktur frå dei store nasjonale ekomtilbydarane som Telenor, GlobalConnect og Lyse Tele, og Eidsiva som ein betydeleg regional ekomaktør på Austlandet.

## 4 Transportnett i Innlandet og Buskerud

I dette kapittelet gir vi i innleiinga ei overordna skildring av korleis transportnetta i Innlandet og Buskerud er bygd opp, med tilhøyrande vurderingar. I dei påfølgande delkapitla går vi kort inn på transportnetta til dei enkelte aktørane som er til stades i regionen. Det er verdt å merke seg at det er stor grad av tekniske og kommersielle relasjonar mellom aktørane. Dette er i mange høve ressursparande og ein kostnadseffektiv bruk av investeringar og driftsmiddel for aktørane. Men det skapar samstundes avhengigheiter aktørane imellom som ein bør vere kjent med og forstå konsekvensane av. Slike relasjonar er påpeikt i aktøromtalane som følger i dette kapittelet, og sårbarheiter rundt dette er diskutert seinare i rapporten.

### 4.1 Overordna vurderingar

Det overordna biletet av transportnetta i Innlandet og Buskerud syner at det er fleire ulike transportnettvegane langs aksane nord/sør og aust/vest. Her går det mellom anna fleire landsnettffibrar. Regionen har tilknytning mot omkringliggende regionar ved at transportnetta i Innlandet og Buskerud inngår som ein sentral del av dei nasjonale strukturane, noko som på eit overordna nivå gir regionen god fysisk og logisk tilknytning og redundans. Når det skjer brot på enkeltkablane i landsnetta vil ein få *reduert redundans*, men svært sjeldan utfall med kundekonsekvens sidan trafikken framleis har mange alternative ruter å følge, både i og utanfor regionen. Internt i Innlandet og Buskerud er det enkelte stader få tverrsamband mellom hovudføringsvegane.

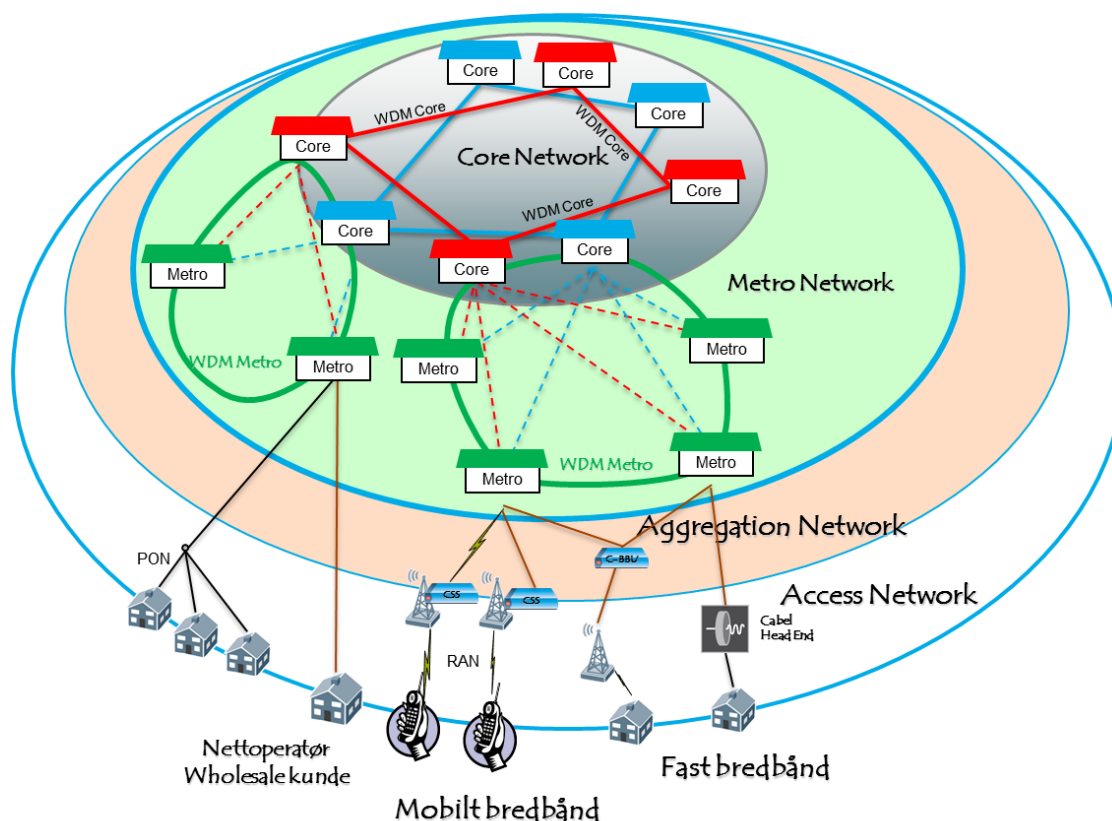
Samanliknar ein med fylka lenger nord, er det betre fysisk diversitet i transportnetta i Innlandet og Buskerud. Og jo lengre sør i denne regionen ein kjem, jo meir diversitet finn ein i transportnetta. Nærleiken til Oslo-regionen er ein fordel for å sikre høg opptid i tenesteleveransane.

Nokre fiberkablane i transportnetta vert nytta av fleire tilbydarar. Ein konsekvens av at tilbydarane både har eigen infrastruktur og i tillegg leiger/byter kapasitet hjå kvarandre er at den totale «trafikkmaskina» blir relativt kompleks og uoversiktleg med implisitte avhengigheiter og sårbarheiter.

## 4.2 Telenor

Som omtalt i tidlegare regionsanalysar så har Telenor det største og mest utbygde transportnett for ekom i Noreg. Det gjeld også i Innlandet og Buskerud. I tillegg til nyttetraffic for egne kundar på breiband, i mobilnett og i bedriftsmarknaden, produserer dei også transportnett-tenester for dei to andre store mobiloperatørane, Telia og Lyse Tele, og dessutan Nødnett og andre dedikerte nett. Desse aktørane er derfor avhengige av Telenor sitt transportnett for å levere sine tenester enkelte stader i regionen.

Som elles i landet nyttar Telenor også i Innlandet og Buskerud i stor grad egne fiberkablur i transportnett. Der dei ikkje har egne kablur leiger dei mørk fiber frå andre aktørar. Det er ikkje uvanleg å inngå byteavtalar (swap) der tilgang på éin fiberstrekning vert bytta mot fiber på ein annan strekning.



Figur 7: Prinsippskisse over Telenors netthierarki med fysiske og logiske forbindelsar. Kjelde: Telenor

Telenor eig og drifrar eit landsdekkande transportnett for kringkasting til radio- og TV-distribusjon, tidlegare under Norkring. Infrastrukturen for kringkasting har i hovudsak vore uavhengig av andre delar av Telenors transportnett, men har i seinare tid blitt meir integrert i IP/MPLS-kjernenettet til Telenor.

Sjølv om strukturen i Telenor sitt lands- og regionsnett er relativt robust og gir stor grad av redundans og alternativ ruting, så vil det framleis vere meir lokale område som ved større eller fleire samtidige hendingar i transportnett kan oppleve utfall i mobilnett og breibands-/bedriftsnett. Eit endå meir finmaska regions- og lokalnett vil redusere faren for lokale utfall ytterlegare.

### **4.3 Eidsiva Bredbånd**

Eidsiva Bredbånd er ein betydeleg regional ekomaktør i Innlandet og er ein viktig aktør for transportfiber gjennom fylket, både på regionalt og nasjonalt nivå. Selskapet er ein del av energikonsernet Eidsiva Energi og har hovudkontor på Lillehammer. Formell eigar av fiberinfrastrukturen er Eidsiva Fiber Invest. Eidsiva Breiband driv med utbygging av fiber, sel fiberkapasitet og leverer innhaldstenester til nærmare 100.000 fiberkundar. Eidsiva er ein Altibox-partnar for breibandstenester, men er meir sjølvstendige når det gjeld utviklinga av eige nett samanlikna med mange andre partnarar i Altibox-samarbeidet. Eidsiva ekspanderer også utover Innlandet, til Bærum og nyleg til Oslo gjennom oppkjøpet av Hafslund Fiber i 2024.

Eidsiva sitt nett består av om lag 16.000 km med fibertrasé, og eit hierarkisk og redundant oppbygd IP-nett med fleire tusen svitsjar/ruterar fordelt på eit hundetals noderom. Dei har definerte krav til sikring for desse noderomma delt opp i ulike sikringsnivå ut frå kritikalitet. Eidsiva har fleire ulike føringsveggar til hovudstaden.

I tillegg til fiberinfrastrukturen som Eidsiva-konsernet eig sjølv har dei avtalar med 8-9 underleverandørar av fiber om langtidsdisponering av deira infrastruktur. På denne måten får Eidsiva større rekkevidde og nedslagsfelt enn det dei bygger på eigen kjøp.

Eidsiva har kjøpt ein datasenterlokasjon i Gjøvik, og er dessuten ein viktig leverandør av fibertransmisjon til andre datasenterlokasjonar på Austlandet.

### **4.4 Telia**

Som følge av Telia sitt oppkjøp av tidlegare TDC og GET, består Telia Norge sitt nett i dag av Telia sitt eige mobilnett, tidlegare TDC-nett for bedrifter og det tidlegare GET-nettet for den private breibandsmarknaden. Telia har nyleg ferdigstilt eit oppgraderingsprogram av kjernenettet (Core-nettet) der alle dei tre netta er integrert inn i det same optiske og IP/MPLS kjernenettet.

Telia sitt kjernenett har fleire separate nodelokasjonar i dei største byane. Det betyr fleire veggar ut av kvar by der ingen kablar skal kryssast. Denne strukturen kan i teorien tole både dobbelt- og trippelfeil, men det vil avhenge av brotstad og feiltype.

I Innlandet har Telia eit tett samarbeid med Eidsiva når det gjeld fiber og innplassering av utstyr. Som følge av dette samarbeidet er Telia i stor grad uavhengig av Telenor som transmisjonsleverandør i Innlandet. I Buskerud har Telia eit betydeleg samarbeid med ATB-Nett-partnarane og Bulk Infrastructure.

## 4.5 Lyse Tele

Lyse Tele eig Ice mobilnett og Altibox transportnett. Ice mobilnett har ikkje eit eige optisk transportnett, og baserer seg på leigde samband i regionen. Dei nyttar ulike leverandørar for å knyte saman mobilstasjonane med kjernenettet. Lyse Tele held på med eit omfattande utbyggingsprogram for å auke talet på basestasjonar, og har starta ei migrering av mobiltrafikk over til eige transportnett. Ein forventar derfor at transportnettsituasjon for Ice mobilnett vil endre seg betydeleg dei komande åra.

Altibox har eit nasjonalt optisk og IP/MPLS-basert kjernenett. Kvar Altibox-partnar eig eit eige regionalt Metro-nett som er bygd etter Altibox sine spesifikasjonar.

Lyse Tele har betydelege ambisjonar om utbygging og betre redundans i infrastrukturen. Altibox-transportnettet er relativt uavhengig og separert frå andre tilbydarar. Dette gjer at Altibox-nettet bidrar godt til den nasjonale ekom-robustheita.

## 4.6 GlobalConnect

GlobalConnect har eit godt utbygd transportnett i Noreg og kan tilby ekomtenester til kundar med behov for omfattande dekning. GlobalConnect er ein viktig leverandør av transmisjonen til andre aktørar.

GlobalConnect sitt nett består av fiberinfrastruktur frå tidlegare erverv av andre fiberselskap, som BaneTele og Broadnet. GlobalConnect disponerer også mørk fiber frå andre aktørar gjennom IRU-avtalar<sup>8</sup>.

Transportnettet til GlobalConnect har god redundans med høg grad av geografisk separasjon.

## 4.7 Statnett

Statnett har eit transportnett for eigen bruk som er basert på to fiberføringar med geografisk redundans til alle dei 150 hovudtrafostasjonane i Noreg. Noregs vassdrags- og energidirektorat (NVE) krev at Statnett har eit høgt tryggningsnivå i eige transportnett, og Statnett er pålagt å eige og drifte transmisjonsutstyret sjølv. Nettet blir overvaka frå fleire regionsentralar.

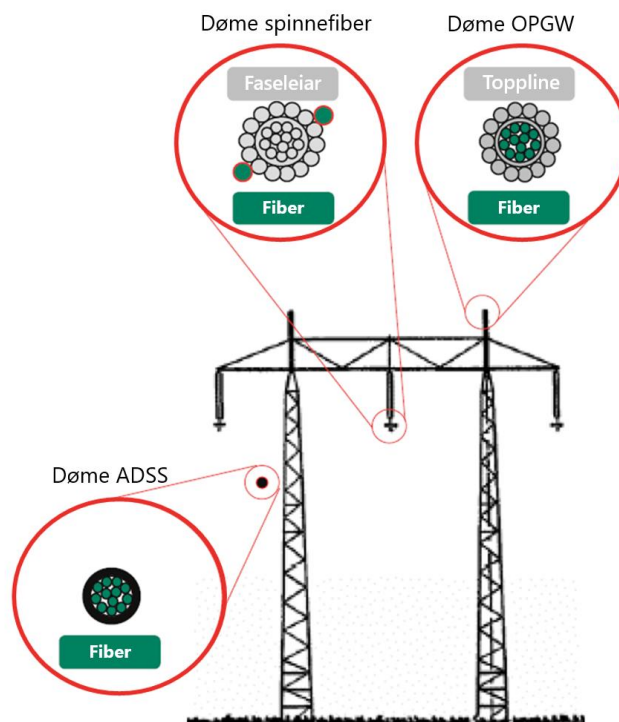
---

<sup>8</sup> IRU (Indefeasible Right of Use) er ein svært utbreidd avtaleform i transportnettmarknaden som gir leigetakar full disposisjonsrett til eitt eller fleire fibertrådpar i heile eller store delar av den tekniske levetida til ein fiberkabel.

Statnett sitt transportnett er dels bygd på eigen fiber på høgspenninglinjene og dels på leigd mørk fiber der dei ikkje har eigen fiber. Nye høgspenninglinjer har fiberkabel i jordingslinja, såkalla OPGW-kabel.

Statnett har tradisjonelt vore noko tilbakehaldne med å delta i den opne marknaden for fiberutleige. Som statseigd aktør har dei ikkje ønska konkurrere med reint kommersielle ekomaktørar. Statnett har lite ledig fiber i Innlandet og Buskerud.

Figur 8: Ulike måtar å framføre fiberkabel på kraftlinjer på: Spinnefiber<sup>9</sup>, OPGW-kabel<sup>10</sup> og ADSS-kabel<sup>11</sup>. Kjelde: Triangelbolaget



## 4.8 Bane NOR

Bane NOR har eit omfattande ekomnett med høg robustheit for både sikker togframføring (signalsystem) og for andre interne jernbanerelaterte behov. Nettet baserer seg på eigen fiberkabel langs jernbana og reservevegar via andre aktørar for auka redundans og robustheit. Langs jernbana har Bane NOR også eit betydeleg antal nodebuer som er sikra med tilgangskontroll og reservestraum.

Bane NOR leiger ut overskotskapasitet i fiberkablane til ei rekke andre ekomtilbydarar. Dei eldste fiberkablane langs jernbana nærmar seg teknisk levealder. For å dekke behov som har oppstått ved innføring av nytt signalsystem har Bane NOR lagt ny fiberkabel langs eksisterande strekningar. I desse nye kablane finnest det ein del ledig fiber (sjå kapittel 4.14).

<sup>9</sup> Spinnefiber er fiberkablur som er spunne rundt ein av dei straumførande faseleiarane på kraftlinja.

<sup>10</sup> OPGW (Optical Ground Wire) er ein kabeltype der optiske fibrar er lagt i kjernen på jordleiarane på kraftlinja.

<sup>11</sup> ADSS (All-Dielectric Self-Supporting fibre optic cable) er fiberkablur utforma for å bere si eiga vekt utan bæreline av metall.

## 4.9 ATB-Nett-samarbeidet

ATB-Nett har inntil nyleg vore ein betydeleg aktør i Buskerud som «overbygg» og partnersamarbeid mellom fleire aktørar i Agder, Telemark, Buskerud og Sogn og Fjordane. Eigarane av selskapet har inkludert to ekomaktørar i Buskerud, Numedal Fiber og Vidju Holding (som eig Bruse i Hallingdal, sjå neste delkapittel), og sju andre fiberrelaterte verksemder. ATB-samarbeidet har stått for felles innkjøp av tenester og felles kontakt-, forhandlings- og leveringspunkt for andre tilbydarar, tenesteleverandørar og kundar som ønsker leveransar i ATB-samarbeidet sitt dekningsområde.

Sidan fleirtalet av eigarane i ATB-Nett også er Altibox-partnarar, vart ATB-samarbeidet beslutta avslutta i juni 2024. Medan nokre eksisterande avtalar blir verande i ATB-porteføljen blir det ikkje inngått nye avtalar her. Bedriftsleveransar går inn i Altibox Bedrift og transportnettavtalar blir gjort direkte med dei enkelte partnerselskapa.

Selskapet NC-Spektrum, med base i Kviteseid, ivaretar sentralisert overvaking og drift av nett i ATB-porteføljen og hos partnerselskapa gjennom eit drift- og overvakingssenter dei opererer 24/7/365. Dei nyttar spreidde, lokale ressursar for å ivareta beredskap og feilretting.

Medlemene i ATB-Nett har i fellesskap bygd eit redundant fibernett basert på WDM-teknologi<sup>12</sup> som dekker heile det geografiske verkeområdet. I tillegg har dei gjennom partnersamarbeid tilgang til eit langtrekkande WDM-nett som dekker det sentrale Austlandet, og delar av Agder og Vestland.

## 4.10 Bruse og Snøgg Fiber

Bruse er ein regional breibandsaktør i Buskerud som leverer breiband og innhaldstenester gjennom Altibox-plattformen til om lag 10.000 kundar innan privat-, fritids- og næringssegmentet med utgangspunkt i Hallingdal. Distriktet Hallingdal omfattar 6 kommunar med til saman om lag 21.500 innbyggjarar. Snøgg Fiber eig infrastrukturen som Bruse disponerer og driftar for si breibandsverksemd. Bruse og Snøgg Fiber er begge underbruk av det multikommunale eigarselskapet Vidju Holding i Hallingdal, som i 2024 fusjonerte kraftnettselskapet Hallingdal Kraftnett, fiberinfrastrukturselskapet Snøgg Fiber og breibandsleverandøren Bruse med Ringerikskraft sine korresponderande verksemder. Fusjonsarbeidet med Ringerikskraft medførte på breibandssida at Bruse no dekker eit større geografisk område i Buskerud.

Gjennom fusjonen av Vidju Holding AS og Ringerikskraft AS er Bruse og Snøgg no indirekte eigd av kommunane i Hallingdal, som er Hol, Ål, Hemsedal, Gol, Nesbyen og Flå, og dessutan kommunane Ringerike, Hole og Nore og Uvdal. Dette er eit døme på ein regionalt forankra, og relativt kompleks, selskaps- og eigarstruktur i utvikling.

---

<sup>12</sup> WDM – Wave Division Multiplexing er ein teknologi for å multiplekse (kombinere) fleire optiske signal i eitt enkelt fiberpar.



Bruse har hovudkontor på Gol og eigne lokalt tilsette som utfører prosjektering, utbygging og drift av fibernett til både private og bedriftskundar. I tillegg kjøper dei entreprenørtenester for utbygging og drift frå søsterselskapet Hallingdal Teleservice. Bruse er kopla til stamnettet til Lyse Tele og har etablert redundante forbindelsar i eige nett og mot omverda. Dei har samband mot Sogn, Bergen, Telemark, Vikersund, Oslo og Valdres. Bruse leverer fiber og samband til fleire andre ekomtilbydarar i regionen, også til mobilnett.

#### **4.11 Valdres Energi Fiber**

Valdres Energi Fiber er eit fiberinfrastrukturselskap i energikonsernet Valdres Energi med hovudlokasjon på Fagernes. Energiselskapet er likt eigd av dei tre kommunane Nord-Aurdal, Vestre Slidre og Øystre Slidre. Fibernettet blir bygd og vedlikehalde av entreprenørverksemda i konsernet, Valdres Energi Entreprenør. Dei har administrasjon, montørbase og utstyrslager på Spikarmoen ved Fagernes og er tett lokalisert på andre selskap i konsernet, som kraftnettselskapet Griug.

Fiberinfrastrukturen til Valdres Energi strekk seg til eigarkommunane Nord-Aurdal, Vestre Slidre og Øystre Slidre. Valdres Energi har eit langt, historisk samarbeid med Eidsiva Bredbånd. Dette har form av at Valdres Energi Fiber, gjennom entreprenørselskapet, står for utbygging av ekominfrastruktur, som så vert leigd ut til Eidsiva og inngår i deira produksjonsnett. Valdres Energi Fiber er soleis ein leverandør i grossistmarknaden og har ingen eigne sluttkundar. Alt som vert gjort av utbygging er basert på behova til Eidsiva. Men Valdres Energi har eigarskapen til infrastrukturen, både fibernettet, noderom og koplingsbuer. Feilretting i nettet er sett ut til ekstern leverandør, Netco AS, som har avtale med Eidsiva for vaktordning.

#### **4.12 Viken Fiber**

Viken Fiber bygger og driftar fibernett og leverer breibandstenester til privatmarknaden og bedriftskundar over store delar av Austlandet. Selskapet er del av Lyse-konsernet med Lyse Fiberinvest som majoritetseigar (65 % per januar 2025), og er den største Altibox-partnaren med om lag 250.000 kundar. Dei leverer til private, kommunale og bedriftskundar i over 50 kommunar i Buskerud, Akershus, Oslo, Østfold, Vestfold og Telemark. For denne regionsanalysen er det Viken sitt fibernett frå Gran på Hadeland forbi Hønefoss og Tyrifjorden til Kongsberg og Drammen som er mest relevant, i tillegg til samband til produksjonsnodar i Oslo.

Viken sitt nett er samansett av regionale nett (metronett) med kvar sine oppkoplingar mot Lyse Tele sin Altibox-struktur for transportnett og tenesteproduksjon.

Lyse Tele overvakar heile nettet til Viken Fiber gjennom sitt overvåkings- og driftsenter (NOC) som har drift 24/7/365. Viken Fiber har i tillegg eige operasjonssenter på dagtid i Drammen, og beredskapsordning 24/7/365 for handtering av feil i den fysiske infrastrukturen gjennom entreprenørselskapa Netel og Eltel Networks.

### 4.13 Numedal Fiber

Numedal Fiber (ofte forkorta NUFI) er ein regional fiberaktør i Buskerud som leverer breibandstenester til privatkundar frå Kongsberg i sør opp Numedal til Dagali og kring Pålsbufjorden sør for Geilo og Gol. Dei har hovudkontor på Lampeland i Flesberg kommune. NUFI er gjennom ulike mellomselskap eigd av energiselskapa Kraftia Energi, Rollag Energi (via Rollag Fiber), Vidju Holding (via Snøgg Fiber/Bruse) og Uvdal Kraftforsyning. Eigarselskapa eig og bygger fiber i sine konsesjonsområde som kraftnettselskap<sup>13</sup> og NUFI er innhalds- og breibandsleverandør til sluttkundane. NUFI har om lag 5.500 kundar kor hyttemarknaden utgjer omtrent 65 % av kundemassen. Dei leverer RiksTV som TV-tilbod.

Fibernettet som NUFI disponerer består av ringstrukturar der fiberen i stor grad følger høgspenlinjer, som er naturleg gitt infrastrukturen til eigarselskapa. NUFI leiger flere redundante føringsvegar. Frå Kongsberg leiger NUFI fiber inn til Oslo for utveksling av trafikk og tilkopling til internett.

Det er dei lokale e-verka som tar seg av utbygging og feilretting i fibernettet. NUFI opplever tidvis at kraft blir prioritert føre ekom ved utfall. NUFI har fleire nodarom og nodebuer langs fibertraséane.

Telia har avtale om fiberleige gjennom ATB-Nett der Telia sitt stamnett går i NUFI sin fysiske infrastruktur gjennom Numedal til Hallingdal. Dette er eit døme på felles avhengigheit til same fiberinfrastruktur for både nasjonale og regionale/lokale aktørar.

### 4.14 Ledig fiber i Innlandet og Buskerud

Sjølv om det er mange transportnettaktørar tilstades i regionen, så er det per i dag ikkje mykje ledig kapasitet av mørk fiber som er til leige over lengre distansar. To aktørar som mange stader i landet har ledig overskotskapasitet i sine fiberkablær er Bane NOR og Statnett. Sjå tidlegare aktørromtale av desse.

Bane NOR si primæroppgåve er å sikre stabil og trygg drift av tog. Dette inkluderer utbygging og drift av eit eige ekomnett. Bane NOR tilbyr overskotskapasitet i fibernettet, inklusiv teleosji, fleire stader. Bane NOR har tilgjengeleg overskotskapasitet i fibernettet på dei fleste jernbanestrekningane som går gjennom Innlandet og Buskerud og dei publiserer ei oversikt over ledig fiberkapasitet på nettsidene sine<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> <https://numedalfiber.no/>

<sup>14</sup> <https://www.banenor.no/leverandor/krav-og-sikkerhet/regler-og-arbeidsprosesser/mork-fiber/>

Statnett sitt transportnett er som tidlegare nemnt dels bygd på eigen fiber på høgspenlinjene. Nye høgspenlinjer har OPGW-kabel (Optical Ground Wire) med som oftast 96 enkeltfibrar. Statnett har mange stader ekstra kapasitet i desse kablane til å leige ut mørk fiber til andre aktørar, men i Innlandet og Buskerud har Statnett få strekningar med ledig fiber.

*Figur 9: Døme på innmating av OPGW-fiberkabel på høgspenlegg (ikkje Statnett). Skøyteboksar og kveilerammer markert i lilla. Foto: Nkom*

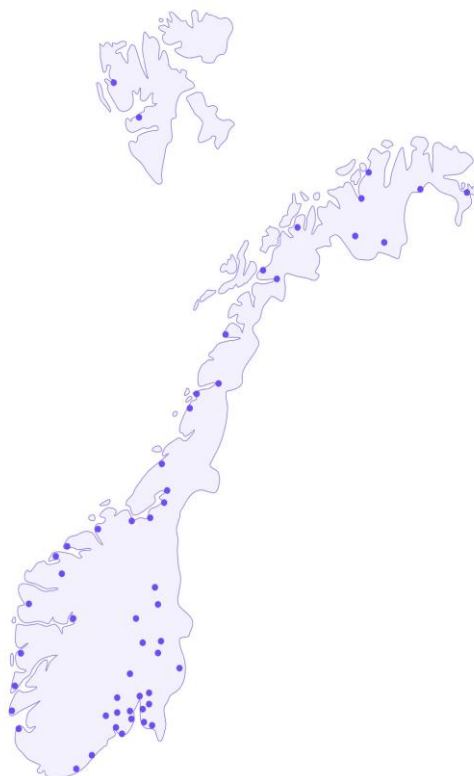


#### 4.15 Andre transportnetteigarar

##### **Sikt og forskings- og universitetsnett i Noreg**

Sikt er tenesteleverandør for kunnskapssektoren i Noreg, og utviklar og gjer teknologi og løysingar tilgjengeleg for aktørane i sektoren. Mellom anna utviklar og driftar dei transportnett for det norske forskingsnett (tidlegare Uninett) for studentar, forskarar og andre tilsette i kunnskapssektoren. I alt når dei 500.000 brukarar på utdanningsinstitusjonar, forskingsinstitutt og forskingsstasjonar. Sikt leiger fiberkapasitet frå ulike netteigarar, bygger eigen infrastruktur oppå og har gjennom det utvikla eit av dei mest robuste og avanserte transportnetta i landet.

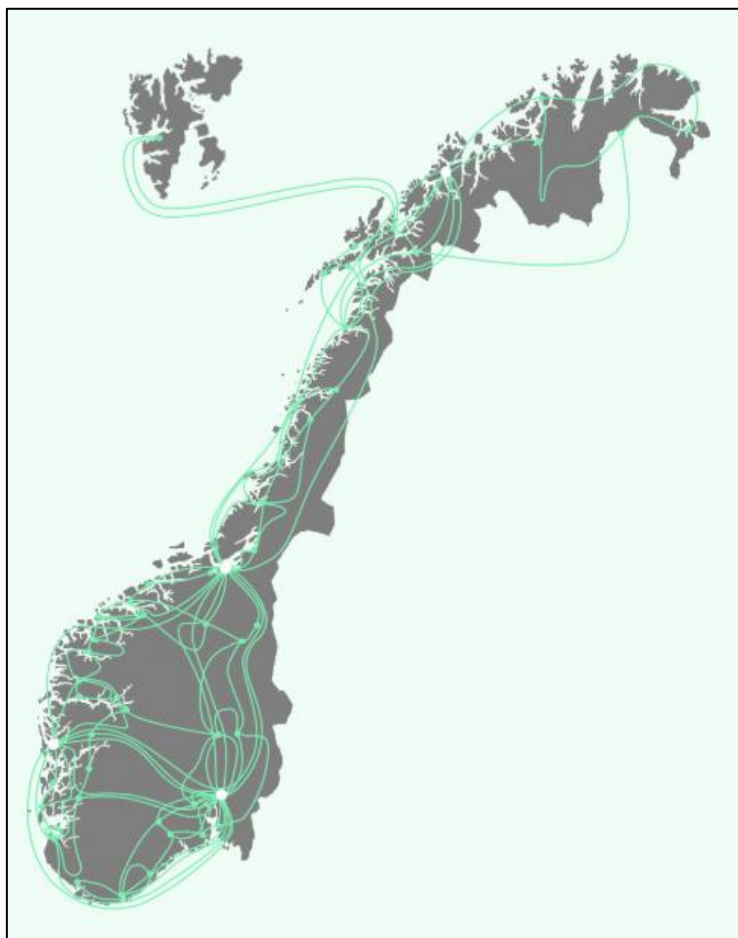
Sikt er i prosess med å inngå ny rammeavtale for leveranse av fibernett for neste generasjons transportnett.



*Figur 10: Lokasjonar der Sikt er tilstades med nettverk*

## Norsk Helsenett

Norsk Helsenett (NHN) utviklar og driv eit landsdekkande transportnett for helsesektoren i Noreg, frå Sørlandet i sør til Finnmark i nord. NHN sitt stamnett<sup>15</sup> (transportnett) er basert på leigde optiske samband frå andre fiberaktørar. Sjukehus, behandlingsstader, datasenter, store kommunar og mange tenesteleverandørar er kopla direkte inn i transportnettet. Andre mindre helseverksemdar kan velje å kjøpe aksess via NHN eller frå andre leverandørar. Sjukehuset Innlandet HF er det største helseføretaket i Innlandet med sjukehus og behandlingstilstandar på Gjøvik, Hamar, Lillehammer, Elverum og Tynset. Buskerud er i Vestre Viken HF sitt område, og dei største sjukehusa er i Drammen, Kongsberg og på Hønefoss.



Figur 11: Norsk Helsenett sitt nasjonale stamnett stilistisk framstilt. Kjelde: Norsk Helsenett

Sidan NHN driv eit svært kritisk ekomnett har dei behov for høg tilgjengelegheit, god kapasitet og høgt fokus på sikkerheit i alle delar av nettet. Robustheit i stamnettet sikrar dei mellom anna gjennom høge krav til redundans og diversitet. Dei krev mellom anna at leverandørar av samband til NHN gir full tilgang til traséinformasjon for fiberkablar for å kunne verifisere at krav til diversitet er oppfylt.

<sup>15</sup> <https://www.nhn.no/om-oss/stamnettet>

## 4.16 Andre aktørar

### Mindre regionale aktørar

I tillegg til Numedal Fiber og Valdres Energi Fiber er det også fleire andre regionale/lokale ekomtilbydarar og netteigarar som typisk spring ut av lokale kraftselskap eller kabel-TV-etableringar. Dei fleste av desse disponerer eigen infrastruktur, som også i nokon grad vert nytta av større transportnettaktørar. Eit døme på ein slik lokal aktør er det familieeigde Modum Kabel-TV med om lag 2.600 breibandskundar i Buskerud-kommunane Modum, Sigdal og Krødsherad. Eit anna døme er Eiker Fibernet som er eigd av Øvre Eiker kommune. Selskapet bygger fibernet i kommunen, som blant anna har tettstadane Hokksund og Vestfossen. Eiker Fibernet samarbeider med NextGenTel for levering av breibandstenester.

### DSB Nødnett

Nødnett understøttar naudetatar og beredskapsaktørar med kommunikasjonstenester basert på TETRA-standarden<sup>16</sup>. Nødnett har ein utstrakt ekominfrastruktur som gir arealdekning over det meste av Innlandet og Buskerud. Nødnett eig sjølv basestasjonar og radiolinjetransmisjon, og leiger fibersamband av andre transportnettleverandørar.

I aksessnettet er Nødnett sine basestasjonar som oftast kopla saman i ringstrukturar ved hjelp av eigne radiolinjer og leigde fiberlinjer. Kvar basestasjon har to separate tilkoplingspunkt, som sikrar redundans og gjer det mogeleg å rute om trafikk ved utfall. I tillegg har Nødnett som hovudregel minimum åtte timar batteribackup på basestasjonane, og mange utpeikte basestasjonar har reservestraumkapasitet som varar endå lenger, opp til 20, 48 eller 72 timar.

Lenger inn nettverkstopologien er Nødnett sitt transportnett avhengig av dei kommersielle regions- og landsnetta. Det er derfor viktig for oppetid på kommunikasjon ut av lokale område til det sentrale nettet at dei kommersielle regions- og landsnetta har tilstrekkeleg reservestraum på viktige nodepunkt i tilfelle uønskte hendingar som gir straumutfall. Transmisjonsnettet til Nødnett var i utgangspunktet basert på eldre linjesvitsja teknologi, men er no i stor grad oppgradert og tilpassa til nyare fibertransmisjon og pakkesvitsja IP/MPLS-nett.

Nødnett har hatt samarbeid med kraftnettselskap om reservestraumløysingar sidan 2015 gjennom det såkalla KRAFT-prosjektet. I spleiselag med DSB vel mange kraftnettselskap å investere i betre reservestraumkapasitet på basestasjonar som dekker anlegga deira, sidan dei nyttar Nødnett som driftsradiosamband.

---

<sup>16</sup> TETRA – Terrestrial Trunked Radio er ein europeisk standard for digitalt radiosystem for lukka, gruppeorientert kommunikasjon.

## Statsforvaltarane

Statsforvaltaren er nærmaste representant for regjeringa i fylket. Administrasjonen består av ulike avdelingar, mellom anna samordning og beredskap. Blant oppgåvene til statsforvaltaren er å fungere som kontroll- og rettleiande organ overfor kommunane. Fylkesberedskapssjefen med stab sørger for å halde statsforvaltaren oppdatert på situasjonar som krev at krisestaben vert samla, som til dømes under ekstremvær og andre krisehendingar. Ved behov kallar dei inn kommunar, beredskapsetatar og andre aktørar til fylkesberedskapsråd (FBR). Statsforvaltaren spelar ei viktig rolle for å koordinere og prioritere innsats for gjenoppretting av straum og ekom ved større utfallshendingar.

Statsforvaltarembetet i Buskerud vert framleis ivaretatt av strukturen under tidlegare Viken fylke, under nemninga Statsforvalteren i Østfold, Buskerud, Oslo og Akershus og har hovudlokasjonar i Drammen, Oslo og Moss. Statsforvalteren i Innlandet har hovudlokasjonar på Lillehammer og Hamar.

## Datasenteraktørar

For at datasenter skal kunne tilby gode og tenlege tilhøve for datalagring og dataprosessering som krev overføring av store datamengder på kort tid, er dei avhengig av å ha god kapasitet i transportnetta inn mot datasentera. Det er også behov for høg grad av stabilitet og opetid på nettverksforbindelsane, noko som krev god redundans og rask trafikkomrutning ved utfallshendingar. Saman med naturgitte rammevilkår som stabilt kjølig klima i større deler av året, er dette viktige faktorar å vurdere for næringsutvikling i regionen, og for å sikre tilgang til viktige dataressursar i eit nasjonalt perspektiv.

Green Mountain opererer det største datasenteret i Noreg på Løten i Innlandet, OSL-Hamar<sup>17</sup>, med TikTok Norway som einaste kunde. Tre av i alt fem planlagde datahallar på området er bygd ut og operative, kvar av dei med ein kapasitet på 30 MW og eit innvendig IT-areal på 6.000 m<sup>2</sup>. Green Mountain har lagt til rette for robust tilknytning til eksterne ekomleverandørar.

Eidsiva Bredbånd overtok i 2024 ein datasenterhall i Gjøvik som dei no leverer datasentertjenester frå. I tillegg leverer dei uavhengige høgkapasitets fibersamband til andre datasenterlokasjonar på Austlandet.

## 4.17 Utanlandssamband

Det er fleire viktige utanlandskablar frå forskjellige aktørar som kryssar grensa som går langs Innlandet mot Sverige. Det finst i tillegg ytterlegare utanlandskablar langs svenskegrensa utanfor Innlandet fylke, som til saman representerer redundansen mot utlandet.

---

<sup>17</sup> <https://greenmountain.no/data-center/osl-hamar/>

## 4.18 Sanering av koparnettet og utfasing av eldre teknologi

Fram til 1985 var koparleidningar og radiolinjer dominerande i det norske telenettet. Fiberkablane gjorde sitt inntog på 1980-talet og erstatta over tid radiolinjer over større avstandar. Det finst framleis radiolinjesamband i enkelte dedikerte nett og i lokalnett nær kundar og til mobilbasestasjonar.

Telenor eig i all hovudsak det som har vore av koparnett i Noreg og har over fleire år jobba for å erstatte koparnettet med fiber og andre erstatningsprodukt. Samstundes har det skjedd ei utvikling frå eldre linjesvitsja transmisjonsteknologi<sup>18</sup> til nyare og meir kapabel pakkesvitsja teknologi<sup>19</sup>, og infrastruktur for linjesvitsja nett har derfor blitt naturleg utfasa.

## 5 Utvikling av fiberinfrastrukturen

Fibernetta i Innlandet og Buskerud har utvikla seg over tid gjennom stor innsats frå aktørane som er aktive i regionen. Både nasjonale og regionale aktørar har investert store beløp for å bygge ut infrastrukturen og tilgjengelegheita til høgkapasitets nett og internett-tilgang som vi ser i dag. Berre i løpet av dei siste åra er det blitt gjort store utvidingar og oppgraderingar av infrastrukturen, men ikkje i like stor grad i transportnetta som i utbygging av lokal- og aksessnett for å nå nye breibandskundar. Etter kvart som dei mest folksame og økonomisk lønsame områda er bygd ut med aksess, har det blitt meir naudsynt med spleiselag med innslag av offentleg støtte for å kunne rekne heim utbygging til nye område.

Sjølv om det er betre redundans og overføringskapasitet i Innlandet og Buskerud samanlikna med mange andre delar av landet, så melder fleire aktørar at det framleis er behov for vidare utbygging av fiber til transportnett også gjennom denne regionen. Det er for tida fleire slike prosjekt på gang. Nokre av desse er konkrete og i ulike fasar av finansiering og iverksetjing, medan andre er meir diffuse og på eit tidleg planleggingsstadium. Fibersamband kjem til å bli viktigare for nye tenester som distribuering av tid og synkronisering. Kvanteteknologi vil stille nye krav til optisk kommunikasjon. Distribuert akustisk/optisk sensing er allereie ein viktig teknologi for tidleg deteksjon av truslar og forståing av miljøhendingar.

I samband med Nkom si kartlegging av fiberutviklinga i Innlandet og Buskerud har fleire aktørar meldt om vidare planar om nye tverrsamband for betre redundans og høve til å rute om trafikk ved utfall. Endå fleire har uttrykt ønske om slik forsterkning i transportnetta sine, men har utfordringar med kommersiell realisering av utbygginga.

Under følger nokre døme på pågåande og planlagde aktivitetar for utvikling av fiberinfrastruktur i og gjennom Innlandet og Buskerud.

---

<sup>18</sup> Linjesvitsja transmisjonsteknologiar: Typisk SDH (Synchronous Digital Hierarchy) og PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

<sup>19</sup> Pakkesvitsja transmisjonsteknologi: Typisk IP/MPLS (Internet Protocol / Multi-Protocol Label Switching)

## Oppgradering av teknisk plattform for transmisjon

Transportnettaktørane oppgraderer det optiske transportnettets typisk gradvis og områdevis. Nyare system har funksjonalitet for dynamisk omkonfigurering og omruting, og er dermed godt eigna på knutepunktlokasjonar der ein har fysisk tilgang til fleire alternative føringsvegar som ein ønsker å sette trafikk på, til dømes tverrsamband. Det har også skjedd ei oppgradering av transportnetta som følge av 5G-utrullinga.

## GlobalConnect

GlobalConnect oppgraderer det optiske transportnettets sitt gradvis og områdevis. I Sør-Noreg har dei tatt i bruk ny optisk linjeteknologi med svært fleksibel DWDM-kapabilitet. Desse systema har funksjonalitet for dynamisk omkonfigurering og omruting, og er hensiktsmessige å bruke der ein har tilkopling til og ønsker å sette trafikk på fysiske tverrsamband.

## Sikt

Etter Sikt sine erfaringar er det lite ledig og «fri» kapasitet på langdistanse mørk fiber i store delar av Sør-Noreg. Dette samsvarar med Nkom sine undersøkingar. Sikt har eit betydelege behov for auka kapasitet i forskingsnettets, og orienterer seg mot potensielle nye fiberutbyggingsprosjekt.

Sikt har i ei tid vore i anbudsprosess for å skaffe nye avtalar på mørk fiber og optisk spektrum for å fornye den nasjonale transportnettinfrastrukturen. Dei har eit langsiktig perspektiv på ny rammeavtale på opp mot 20 år. Det er ein teknologisk komplisert anbudsprosess, då det er mange faktorar som spelar inn og må takast omsyn til i vurderinga av kva løysingar som er dei beste.

*- Forsking og tryggleik  
har ein del med  
kvarandre å gjere.*

*Olaf Schjelderup*

*Leiar for forskingsnettets i Sikt,  
kunnskapssektorens tenesteleverandør*

## Tverrsamband og forsterking mellom Valdres, Gudbrandsdalen og Hallingdal

Det vart hausten 2024 sett i gang aktivitet som kan gjere det mogeleg å etablere ei fiberlinje over Valdresflya frå Beitostølen mot Gudbrandsdalen. Då førte Valdres Energi fiber fram til Bygdin. Om det vert beslutta å føre fiberen vidare vil ein få ein gjennomgåande trasé og redundans for Beitostølen, noko som har mangla.

Gjennom eit samarbeid som inkluderer Bruse er det planar om ny fiberlinje vestover frå Valdres over Golsfjellet for å knyte Valdres og Hallingdal tettare saman.

I tillegg til å dekke lokabefolkning og lokale verksemder har Valdres Energi stort fokus på å bygge fiberinfrastruktur mot hytte- og fritidsmarknaden. Dei leverer også fiber til basestasjonar for mobilnett.



## Telenor

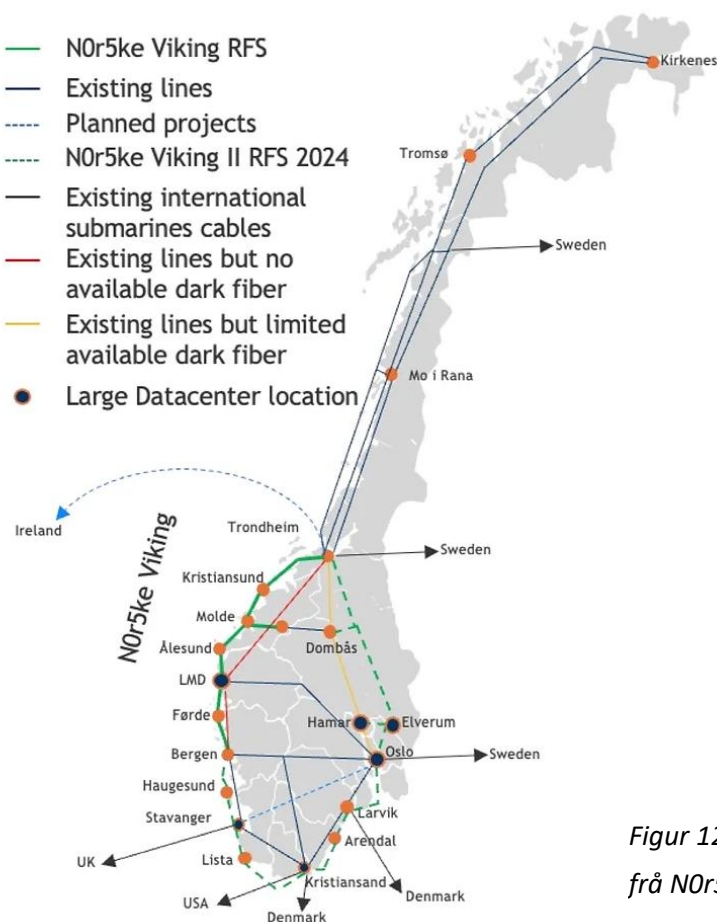
Telenor fornyar og moderniserer infrastrukturen sin fortløpande. I samband med utrulling av 5G har dei oppgradert overføringskapasiteten i nettet, og dei ser på måtar å etablere fleire tverrsamband på for å forsterke redundansen i nettet ytterlegare i Innlandet og Buskerud.

Samtidig med 5G-utrullinga har Telenor etablere doble IP-oppheng for mange basestasjonar, såkalla «dual homing». Dette gjer at basestasjonen er kopla mot *to* overordna IP-nodar i staden for berre *ein* hovudnode. Det kan i mange tilfelle sikre IP-forbindelsen til basestasjonane når det oppstår fiberbrot mot dei sentrale nodane i nettet. Andre leigetakarar i Telenor sitt nett kan også nytte dual homing for å auke robustheita for sin trafikk, og må då betale for denne ekstra funksjonaliteten.

## N0r5ke Fibre

Etter idriftsetting av sjøfiberkabelen N0r5ke Viking frå Bergen til Trondheim i desember 2022 har N0r5ke Fibre jobba med å ekspandere fiberinfrastrukturen sin vidare frå Bergen rundt sørlandskysten til Oslo, og på land frå Oslo til Trondheim, i ein ny fase dei kallar N0r5ke Viking II. Denne kabelen var planlagt å vere klar for idriftsetjing i løpet av 2024, men er vorten noko forseinka. Når denne kabelen er klar kan N0r5ke tilby ein ny høgkapasitets fiberring rundt heile Sør-Noreg. Som indikert på kartet under så er det begrensa

ledig kapasitet på eksisterande mørk fiber mellom Oslo og Trondheim, og N0r5ke Viking II-kabelen vil derfor vere eit viktig bidrag for å opne opp marknaden for mørk fiber i denne delen av landet. Den er tenkt å gå i ein austleg trasé frå Oslo via Elverum, gjennom Østerdalen, forbi Tynset mot Trondheim.



Figur 12: Eksisterande og planlagt mørk fiber frå N0r5ke Fibre. Kjelde: N0r5ke Fibre

## 6 Kraftleveranse til ekominfrastruktur

### 6.1 Innleiing

Det er ei gjensidig avhengigheit mellom ekom- og kraftsektoren. Robuste ekomnett og ekomtenester er helt avhengige av stabil straumforsyning. Samtidig er det ein føresetnad for auka digitalisering i kraftsektoren med velfungerande ekom. I Meld. St. 28 (2020-2021) «Vår felles digitale grunnmur» er eitt av hovudformåla og prioriteringane til regjeringa å styrke samarbeidet mellom ekom- og kraftsektoren om trygging- og beredskapsarbeid. Stortingsmeldinga foreslår ulike tiltak for å betre samhandlinga mellom sektorane, mellom anna:

- Auke kunnskaps- og informasjonsutveksling om eksisterande og planlagd infrastruktur mellom ekom- og kraftsektoren
- Styrke regional samhandling for den digitale grunnmuren i beredskapsplanar og i krisehandtering
- Lage rettleiing til regelverk

Som del av oppfølginga etablerte Nkom og NVE saman med Elvia, Telenor og Telia ei arbeidsgruppe som laga ein rapport med forslag til tiltak for å styrke samarbeidet mellom sektorane. Eit viktig underlag for arbeidsgruppa sine vurderingar og forslag til tiltak var ei utgreiing Nkom fekk laga med kartlegging av elektronisk kommunikasjonsinfrastruktur som bør prioriterast ved gjenoppretting av kraftforsyning etter langvarige utfall<sup>20</sup>. Arbeidsgruppa ferdigstilte rapporten i juni 2022 og foreslo desse tiltaka for korleis samarbeidet mellom ekomtilbydarar og kraftnettselskap kan betrast i framtida:

- Utveksle kontaktinformasjon mellom ekomselskap og kraftnettselskap
- Etablere samhandlingsarena for ekom- og kraftsektoren
- Styrka ekom-deltaking i fylkesberedskapsråd
- Utveksle informasjon om prioriterte ekom-lokasjonar ut frå fastsette kriterium
- Standardiserte statusvarslingar ved straumbrot ut frå fastsette kriterium
- Etablere ein felles kommunikasjonskanal for deling av informasjon mellom sektorane

I rapporten laga for Nkom vart det peikt på to alternative strategiar for gjenoppretting etter utfall av kraft: Ei tilnærming *innanfrå-og-ut* og ei tilnærming *utanfrå-og-inn*. Den første tilnærminga inneber å prioritere punkt i *transportnettet* før lokasjonar i aksessnettet, medan den andre tilnærminga inneber å prioritere punkt i *aksessnettet* før lokasjonar i transportnettet.

---

<sup>20</sup> Utgreiinga vart gjennomført i tidsrommet september 2021 til mars 2022, laga for Nkom av konsultentselskapet Oslo Economics og THEMA.

Den overordna vurderinga var at ein som hovudregel bør prioritere gjenoppretting til ikkje-redundante aggregeringspunkt i transportnettet og hub-basestasjonar<sup>21</sup> før ein gjenopprettar andre lokasjonar i aksessnettet. Dette følger av at den samla avbrotstida i dei fleste tilfella vil bli kortare dersom desse punkta vert prioritert først, då dei er viktige for å sikre sambanda mellom aksessnett og kjernenett i mobilnetta.

Nkom og NVE følger opp ei rekke tiltak i fellesskap for å styrke samarbeidet mellom tilbydarar av elektronisk kommunikasjon og kraftnettselskap. Det er gjennomført regionale ekomkraft-øvingar og det blir testa- ut ei API-løysning<sup>22</sup> for standardiserte statusvarsel ved straumbrot. Vidare er EkomKraft fagdag etablert som arena for kompetanseheving og samhandling mellom sektoraktørane, og Nkom EkomCERT og KraftCERT utviklar vidare det operative samarbeidet seg imellom for handtering av logiske hendingar i cyberdomenet som kan treffe både ekom- og kraftsektoren.

## 6.2 Trygging av straumforsyning med reservekraft

Ekomnetta er sårbare for straumutfall over kortare eller lengre tid, spesielt i vêrutsette og spreiddbygde strøk. I slike område er det ofte mindre eller ingen redundans korkje i ekomnetta eller i kraftnetta. Kritikaliteten for ekom ved langvarige straumutfall er størst for aggregeringspunkta i transportnetta, og for basestasjonar utan overlappende dekning som dekkjer samfunnskritiske funksjonar eller store geografiske område. Kor motstandsdyktige ekomnetta er mot brothendingar er i stor grad knytt til reservestraumkapasitet og redundansen i netta.

Ved svikt i ekstern straumforsyning er det viktig med reservekraft både på tenesteproduksjonsnodar og i transportnetta som bind alt saman. Dobbelt nettilkopling, til ein alternativ transformatorkrins, er eit forsterkande supplement på nettsida, men ekomnetteigarane har i svært liten grad vist til eller dokumentert denne forma for forsterking. Programmet for forsterka ekom er eit viktig bidrag frå staten si side for å styrke den fysiske robustheita i den digitale grunnmuren. Forsterka ekom skal som nemnt tidlegare i rapporten sikre naudstraum i minimum 72 timar til basestasjonar som dekkjer eit utpeikt område i dei kommunane som er med i programmet.

I fråværet av alternativ kjelde til ekstern straumforsyning vert det i staden nytta batterianlegg og dieselaggregat. I transportnetta må ein ikkje berre halde liv i nodar med aktivt utstyr, men også dei mellomliggande forsterkarane som trengs for å bevare det optiske signalet undervegs på lengre strekk.

---

<sup>21</sup> Hub- eller donorbasestasjonar sørger for samband til andre basestasjonar lenger ut i eit aksessnett, og har soleis ein viktigare funksjon enn «ordinære» basestasjonar.

<sup>22</sup> API (Application Programming Interface) er eit grensesnitt for programvare som gir direkte tilgang til data og funksjonalitet i eit datasystem. Kjelde: Store norske leksikon

Sentrale nodar og anlegg i ekomnetta skal ha reservestraum i minst tre døgn. Dette er anlegg som etter klassifiseringsforskrifta<sup>23</sup> er klassifisert i klasse A og B. Andre viktige anlegg, klassifisert i klasse C, skal ha reservestraum i minst to døgn. På dei mest kritiske nodane har alle dei store aktørane faste dieselaggregat i tillegg til batteribankar. Den viktigaste oppgåva til batteribanken er å halde liv i utstyret på lokasjonen til dieselaggregatet har starta opp, noko som vanlegvis skjer i løpet av sekund, men vil som regel halde ein god del lenger enn det.

Når det gjeld reservestraumforsyning har Nkom fatta vedtak som stiller minstekrav til reservestraumkapasiteten i mobilnetta til Lyse Tele (Ice), Telenor og Telia. I dekningsområde som omfattar tettstader med meir enn 20.000 innbyggjarar skal reservestraumkapasiteten vere minst to timar. I dekningsområda utanfor desse stadane skal reservestraumkapasiteten vere risikobasert og i snitt minst fire timar, men likevel ikkje mindre enn to timar.

Mindre kritiske anlegg vil som regel ha tilkoplingskontaktar på utvendig vegg for tilkopling til mobilt aggregat. Desse vil typisk ha batterikapasitet på 4-8 timar, tilstrekkeleg dimensjonert til at driftspersonell skal rekke ut å reise ut med og kople til mobilt aggregat. Aggregata, som går på bensin eller diesel, står som regel på lager hos entreprenørane som dei ulike netteigarane nyttar. Det ligger i netteigarane sine vedlikehaldsrutinar å jamleg foreta «helsesjekk» av batteri, faste og mobile aggregat og drivstofflager som er plassert på dei ulike lokasjonane.

### **6.3 Prioritering av ekomlokasjonar ved utfall av ekstern kraft**

Kartlegging viser at det truleg vil vere nyttig i form av kortare nedetider og utfall for sluttbrukarar dersom ekomtilbydarane og kraftnettselskapa samarbeider betre i forkant av og under langvarige straumfall. Dersom ekomtilbydarane utvekslar informasjon om prioriterte ekomlokasjonar i eigne nett, vil kraftnettselskapa kunne prioritere gjenoppretting av infrastruktur på tvers av ekomtilbydarane. Den tidlegare nemnte utgreiinga som Oslo Economics og THEMA gjennomførte på oppdrag frå Nkom i 2022, knytt til kartlegging av elektronisk kommunikasjonsinfrastruktur som bør prioriterast ved gjenoppretting av kraftforsyning etter langvarig utfall, foreslo ein prioriteringsstrategi etter følgende kriterium:

1. Aggregeringspunkt og hub-basestasjonar i transportnetta med liten grad av redundans ut til underliggande basestasjonar
2. Basestasjonar som gir dekning til samfunnskritiske verksemdar
3. Basestasjonar som dekker store områder med liten grad av redundans

---

<sup>23</sup> Forskrift om klassifisering og sikring av anlegg i elektroniske kommunikasjonsnett

### **Krav til rasjoneringsplanar**

Etter kraftrasjoneringsforskrifta pliktar alle einingar i Kraftforsyningens beredskapsorganisasjon (KBO) med områdekonsesjon å utarbeide rasjoneringsplanar som ein del av sin beredskapsplanlegginga. Planane skal utarbeidast i samarbeid med ansvarlege myndigheitsorgan og representantar for vedkomande private interesser. I vedlegg til rasjoneringsforskrifta vert det mellom anna stilt krav til samarbeid med ekomoperatørar ved førebuing til og gjennomføring av rasjoning. Det vert også stilt krav til kraftnettselskapa om å ha oversikt over sluttbrukarar som skal prioriterast under rasjoning.

Som døme på arbeid som er gjort på dette feltet kan ein nemne Agder. Der har kraftnettselskapet Glitre Nett og statsforvaltaren i Agder samarbeidd om å lage ei praktisk rettleiing for arbeidet med straumrasjoning i fylket. Arbeidet med straumrasjoning og oversikt over prioriterte kundar er ikkje berre relatert til straumrasjoneringsarbeidet, men også eit viktig grunnlag for Glitre Nett under ekstraordinære hendingar når det skjer utfall av straumkundar i kommunane. Dette inngår som underlaget til beredskapsleiinga i Glitre Nett sin plan- og avgjerdsprosess ved feilretting.

I prosessen med å kartlegge prioriterte basestasjonar i Agder har alle kommunar og aktuelle aktørar markert i kart kor dei sjølv treng elektronisk kommunikasjon for å ivareta eigne beredskapsfunksjonar. Glitre Nett og Statsforvalteren i Agder har deretter involvert ekomtilbydarane som plukkar ut prioriterte basestasjonar og grunngeve vala. Basestasjonar som dekker område som ein ser er av stor betydning for fleire viktige brukarar vil ein gi høgare prioritet i samråd med Nkom.

### **Prioritering ved ekomutfall**

Prioriteringsarbeidet krev samordning og tverrsektoriell koordinering, både i forkant av og under ei utfallshending. Nkom ser positivt på framgangsmåten som er nytta i Agder for å kartlegge viktige basestasjonar, der prioriteringslista er utarbeidd i samarbeid mellom statsforvaltaren, kraftnettselskap og ekomaktørane.

Det er viktig å merke seg at prioritering av ekomlokasjonar ved utfall vil uansett måtte vere dynamisk og situasjonsavhengig. Til dømes vil kva basestasjonar som skal prioriterast vere avhengig av kva andre basestasjonar som er falne ut, og i kva grad ein kan gjere avbøtande tiltak i den gitte situasjonen. Det er derfor naudsynt at ekomtilbydarar og kraftnettselskap har god dialog også under utfall, slik at dei kan gjere eventuelle tilpassingar av prioriteringane. Utfordringar som oppstår ved prioritering av lokasjonar i kriser vil ein kunne løyse gjennom ekommyndigheita (Nkom) sin dialog med statsforvaltaren og fylkesberedskapsrådet.

## 7 Drøfting av sårbarheiter

### 7.1 Innleiing

Sårbarheit er eit uttrykk for eit system si manglande evne til å motstå uønskte hendingar eller varige påkjenningar og til å oppretthalde eller gjenoppta funksjonen sin etterpå<sup>24</sup>. Sårbarheiter kan vere knytt til både tekniske og logiske, naturgitte (til dømes klimaendringar), organisatoriske og menneskelege forhold.

Som grunnlag for å vurdere sårbarheiter nyttar Nkom innsamla informasjon frå møte og annan dialog med aktørar, mottatte utfallsrapportar og analysar av GIS-/kartdata over infrastruktur, og dessutan ulike offentlege kjelder. Vurderinga av utilsikta hendingar bygger i stor grad på standarden «NS 5814:2021 - Krav til risikovurderingar». Sannsyns- og konsekvensvurderingane er supplert med uvissevurderingar basert på statistisk datagrunnlag, anna kunnskapsgrunnlag og uvisse knytt til om framtidige hendingar vil inntreffe. Ekomlova § 3-1 første ledd stiller krav om at det skal vere forsvarleg tryggleik i ekomnett og ekomtenester i fred, krise og krig. Kva scenario ein legg til grunn betyr noko for kva ein kan betrakte som forsvarleg tryggleik. I delkapittel 7.10 vert derfor identifiserte sårbarheiter vurdert med tanke på ulike scenario, forankra i situasjonstilstandane fred, krise og krig.

For å lage ei systematisk tilnærming til materialet har vi delt identifiserte sårbarheiter inn i ulike kategoriar etter type. Enkelte konkrete funn vil passe inn under fleire kategoriar. Til dømes kan det at mange tilbydarar er til stades på eitt og same punkt både vere ei sårbarheit med tanke på fysisk konsentrasjon av kritisk infrastruktur, men kan også vere del av ei ytterlegare sårbarheit dersom den fysiske sikringa av punktet ikkje er vurdert som tilstrekkeleg. Nokre av sårbarheitsfunna er derfor omtalt under fleire av dei følgjande underkapitla som omtaler ulike sårbarheitskategoriar.

Det må understrekast at sårbarheitsvurderingar ofte er hefta med betydeleg uvisse. Uvissa rundt ei sårbarheit vert vurdert som lågare jo fleire innspel, observasjonar og funn som støttar opp om sårbarheita.

I delkapittel 7.2 følger først ein kort gjennomgang av ekomrelaterte utfallsrapportar og tilhøyrande årsaker for Innlandet og Buskerud i åra 2019-2023. Deretter vert sårbarheiter som er blitt kartlagt i prosjektet gjennomgått i delkapitla 7.3-7.9. Til slutt vert dei mest vesentlege sårbarheitene oppsummert og kategorisert i delkapittel 7.10.

---

<sup>24</sup> <https://online.standard.no/ns-5814-2021ac-2023>

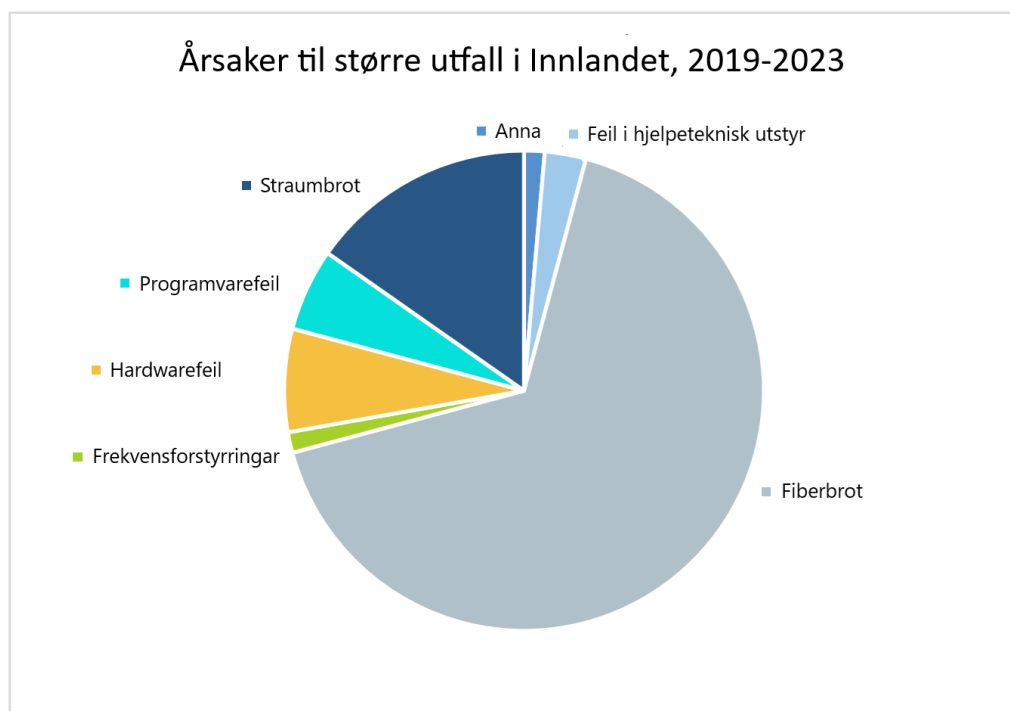
## 7.2 Utfallshendingar i ekomnetta i Innlandet og Buskerud

### Innlandet 2019 - 2023

Av hendingar som er blitt rapportert til Nkom, er fiberbrot den vanlegaste kjelda til feil i netta i Innlandet. Konsekvensar av enkeltstående fiberbrot kan vere midlertidig reduksjon av redundans og lokale utfall av mobilnett og fastnett. Fiberbrot kan ramme tenestene til fleire tilbydarar i same område, dersom det er avhengigheit til felles transmisjonslinjer.

Nest hyppigaste årsak til utfall er straumbrot, som kan påverke ulike delar av transportnetta avhengig av kor straumbrota oppstår. Straumbrot skjer ofte under uvêr, og etter kvart oppstår det transmisjonsfeil sidan utstyret som vert brukt for fibertransmisjon er avhengig av straumtilførsel.

Med tanke på fordeling hadde kommunane Vang, Elverum, Gran og Trysil marginalt fleire utfall i tidsperioden 2019-2023 enn andre kommunar i Innlandet. Årleg førekomst av utfallshendingar er likevel nokså jamt fordelt på dei ulike kommunane i Innlandet. Hendingane skil seg ikkje frå elles i landet i fordeling av type eller varigheit, og gir ikkje grunnlag for å trekke konklusjonar om det er større eller andre typar sårbarheiter i Innlandet. Likevel er det nokre tendensar som går fram av diagrammet under.



Figur 13: Større utfall i Innlandet rapportert til Nkom i perioden 2019-2023

Dei mest langvarige utfalla oppstod i samband med fiberbrot og straumbrot, og råka mobiltenester så vel som breibandstenester. Når det gjeld hendingar med størst konsekvens hadde ein tilbydar av fastnettenester utfall på internettjenester for 9.000 kundar i nærmare eit halvt døgn i 2022. Utfallet

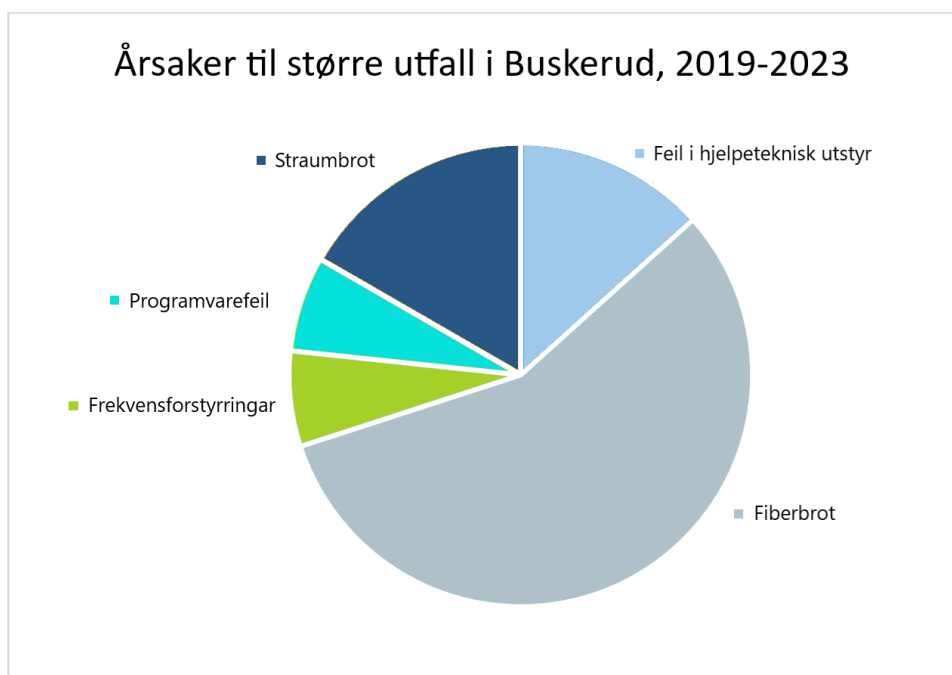
skuldast ein feiltilstand i nettet. Det var også omfattande utfall av ekomtenester i enkelte kommunar i Innlandet i januar 2019 og desember 2022 som følge av uvêr.

I figuren over er innrapporterte utfall i Innlandet for perioden 2019-2023 fordelt på ulike hendingskategoriar. Hardwarefeil omfattar primærutstyr som inngår direkte i tenesteproduksjonen. Hjelpeteknisk utstyr omfattar sekundært utstyr som fasiliterer og tryggar tenesteproduksjonen, som ventilasjon, kjøling, varme og ulike naudstraumsløysingar.

### Buskerud 2019-2023

I likskap med Innlandet var fiberbrot og straumbrot dei viktigaste årsakene til utfall i Buskerud i perioden 2019-2023. Fordelinga på kategoriar er nokså lik Innlandet, men det var relativ sett noko større førekomst av feil på hjelpeteknisk utstyr i Buskerud (sjå figuren under). Dei registrerte fiberbrota førte i all hovudsak til lokale utfall i éin eller få kommunar. Straumbrota skjedde hovudsakleg som følge av uvêr, men eit par tilfelle skuldast utkopling frå nettselskap.

Regionen vart hardt råka av uvêret Hans<sup>25</sup> i august 2023. Fleire tilbydarar opplevde omfattande utfall på mobil- og breibandstenester i blant anna Gol, Hemsedal, Ål, Nesbyen og Ringerike. Uvêret førte til både fiberbrot og straumbrot. Straumutfalla forplanta seg og førte til utfall i ekomnetta. Elles var det i løpet av dei aktuelle åra eit tilfelle av programvarefeil hos ein breibandstilbydar som førte til relativt store konsekvensar for kundane.



Figur 14: Større utfall i Buskerud rapportert til Nkom i perioden 2019-2023

<sup>25</sup> Evalueringsrapport av ekstremvêret Hans utarbeidd av DSB med innspel frå Nkom og andre etatar: <https://www.dsb.no/rappporter-og-evalueringer/evaluering-av-ekstremvaret-hans--forebygging-beredskap-og-handtering/>



### 7.3 Sårbarheiter relatert til den overordna fiberinfrastrukturen

På generell basis går det mykje fiberinfrastruktur gjennom Innlandet og Buskerud. Medan nokre tilbydarar er godt forspent og har god redundans i ekomnetta, er andre likevel mindre forsynte med føringsvegar.

Nettverkstopologien til transportnetta i Innlandet og Buskerud ber preg av å vere godt utbygd med mange redundante føringsvegar. Innlandet og Buskerud har færre «single points of failure» (SPOF) enn fylka som Nkom har gjennomgått lenger nord. Det betyr at det er mindre risiko for omfattande utfall som følge av éi eller nokre få hendingar. I forhold til Trøndelag er det generelt mindre konsentrasjon av viktige nodelokasjonar.

Fiberstrekka gjennom regionen har varierende beskyttelse og infrastrukturen har stadvis varierende grad av vedlikehald. Sjølv om redundansen i store trekk er god for lands- og regionsnetta i regionen, så skapar eksponert infrastruktur likevel ekstra sårbarheiter. Som i andre fylke er det enkelte stader med høgare konsentrasjon av fiberinfrastruktur og annan viktig infrastruktur i dei same områda. Det går fiberinfrastruktur langs jernbane og veg, og langs kraftnettet i form av spinnefiber, OPGW- og ADSS-fiber. Nokre stader vert fiberkablar i transportnetta terminert i nodehytter ved trafostasjonar i kraftnettet.

Med tanke på ruting av trafikk mellom Oslo og nordover mot Trondheim, vil enkeltbrot på fibertraséar i Innlandet berre føre til redusert redundans i landsnettet. Trafikken kan gå via eit anna dalføre, eller via Vestlandet eller også Sørlandet dersom det oppstår brot på fibertraséar i fleire dalføre i Innlandet. Det utgjer likevel ei sårbarheit at fleire fiberkablar går i dei same traséane langs eller i nærleiken av annan infrastruktur.

Nærføringar og kryssingar i dalføre, langs veg og jernbane gjer at éi enkelt hending, til dømes skred, ulukke eller større eksplosjon, kan ta ut fleire fibersamband og/eller tilbydarar som nyttar same fiberkabel eller trasé. Slike enkelthendingar vil som tidlegare nemnt som regel ha avgrensa konsekvens i transportnetta på nasjonalt og høgare regionalt nivå, med redusert redundans. Men dei vil framleis kunne gi regionale og lokale utfall som kan vere alvorlege for isolasjonsutsette lokalsamfunn. Det er derfor eit spørsmål om ein i større grad bør verdsetje unike fibertraséar som er meir uavhengige av annan infrastruktur.

I Buskerud er det enkelte stader ei utfordring at fleire mobilnett er avhengige av eitt og same transmisjonsnett for tenesteleveransar, spesielt i spreiddbygde strøk. Felles avhengigheit til eitt og same transmisjonsnett aukar sårbarheita for hendingar som kan føre til regionale og lokale tenesteutfall for mange kundar i alle mobilnetta samtidig. Dette er spesielt uheldig med tanke på at for å kunne ringe naudnummer til naudetatane er ein avhengig av å ha tilgang til minst eitt mobilnett. Sjølv om ein kunde sin tilbydar er fallen ut skal kunden framleis kunne ringe naudnummer via nettet til andre tilbydarar. Men dersom *alle* mobilnetta fell ut i eit område på grunn av den same feilen, i eitt felles transmisjonsnett, så mistar ein denne tryggleiken.

Eit illustrerande døme på avhengigheit til felles transmisjons-/fibernet er brotet som skjedde på fiberkablarnar inn til eit sentralt fordelingspunkt i Ål i Hallingdal under ekstremvêret Hans i 2023. Då fall ekomnetta ut for både Telenor og Telia i delar av Ål sentrum, der kommuneadministrasjonen ligg. Fiberkablane til den lokale ekomnoden var forlagt i bakken ved ein lokal bekk, og begge forbindelsane til området gjekk i den same traséen. Då bekken vaks seg stor på grunn av all nedbøren som var komen, drog den med seg steinar som knuste fibrane. Sidan transmisjon for både Telia og Telenor sine omkringliggende basestasjonane gjekk gjennom desse kablane, fall mobildekninga til begge og Telenors breiband ut då transmisjonen til noden vart broten.

Det er få tverrsamband i midtre og nordlege delar av Innlandet. Fleire tverrsamband kan auke motstandsdyktigheita mot fiberbrot i regional- og lokalnetta, og soleis verke forebyggjande mot lokale og regionale utfall.

Ekomtilbydarane må gjere nokre val når dei skal lage arkitektur for transportnetta. På regionnivå er det ofte gunstig å lage ringar som gjer at ein kan nå alle tilkopla nodar via to vegar. Oppstår det brot på ein forbindelse kan ein framleis nå alle nodar via den andre vegen. Men det kan vere kostbart og komplisert å kople alle tettstader og kommunar til slike *metroringar*, som ringar på regionsnivå gjerne vert kalla. Nokre stader vert hengande på ein «tamp», dvs. ein kabel som ikkje inngår i ein større ring. I desse tilfella er eit enkelt fiberbrot ofte nok til å forårsake utfall på mobil- og breibandstenester i det aktuelle området.

### **Store og mindre tilbydarar**

Som ein observasjon ser Nkom at dei mindre tilbydarane i Innlandet og Buskerud har svært god lokalkunnskap i forhold til dei større tilbydarane som er landsdekkande. Dei mindre aktørane synest å kunne vere meir kreative i sitt lokalområde grunna kjennskap til lokale ressursar i områda. Dei er samstundes meir sårbare for utskifting av sentrale posisjonar i selskapa då det ligg mykje kunnskap hjå enkeltpersonar. Ved uønskte hendingar i netta syner både store og mindre aktørar vilje og evne til å finne løysingar og ressursar hjå einannan når hendingar oppstår. Men vi ser at dei mindre tilbydarane gjennom personleg lokalkunnskap i større grad evnar å finne lokale løysingar som dei store ikkje alltid får til grunna meir sentralisert og utkontraktert organisering.

Dei mindre aktørane er ofte sprunge ut av kommunale/lokale kraftselskap som har gått saman om å legge fiber på eigen allereie eksisterande kraftinfrastruktur. Det er fordelar ved at det er dei same som både bygger, held ved like og reparerer kraft og fiber i lokalområdet. På den andre sida kan ein koma i skvis på ressursar og prioritering ved større samtidige hendingar.

På eigarsida er det ofte kraftselskap, eigd av kommunen, som også er eigar av fiberinfrastrukturen gjennom ulike selskapsløysingar. Dette kan bidra til ei sterkare lokal forankring enn hos dei større ekomselskapa.

## 7.4 Sårbarheiter i diversitet og redundans på føringsveggar og knutepunkt

Kartlegginga har vist at det finst fleire felles knutepunkt som er viktige for føringsvegane i Innlandet og Buskerud. I denne rapporten vert omgrepet knutepunkt brukt om fysiske stader der mykje infrastruktur og mange tilbydarar er samlokalisert.

Det er vanleg at ekomnetteigarane etablerer alternative føringsveggar til alternative knutepunkt for å bygge redundans i netta. Dette reduserer kundeopplevd konsekvens ved utfall på enkeltknutepunkt. Skjer det fleire samtidige utfall på slike hovudknutepunkt, anten på sjølve knutepunktet eller på føringsvegane inn/ut av knutepunktet, vil dette likevel kunne forårsake større kundeopplevde konsekvensar.

I design av nasjonale transportveggar i offentlege ekomnett, og etter Nkoms målbilete i rapporten «Robuste transmisjonsnett for Norge mot 2030»<sup>26</sup> (2022), er det anbefalt at kvar tilbydar har minst tre sjølvstendige føringsveggar (alternative ruter) mellom dei største byane, som mellom Trondheim og Oslo, mellom Oslo og Drammen, og mellom Oslo og Bergen. Med eit slikt design vil ein som hovudregel kunne halde mykje av transportnett-trafikken gåande sjølv om to føringsveggar mellom dei større byane fell ut samtidig.

Det er få knutepunkt og føringsveggar der *alle* tilbydarane er til stades. Dei store aktørane har i nokon grad eigne traséar og nodepunkt. Dette sikrar ein viss fysisk separasjon, eller *diversitet*, i infrastrukturen. Men utfall på slike knutepunkt kor fleire aktørar er til stades kan, som beskrive over, framleis få store konsekvensar.

Utfallshendingar hos fleire aktørar syner at sjølv om lands- og regionsnetta i stor grad er trygga gjennom redundans på fleire parallelle føringsveggar og ringstrukturar, så gjenstår det sårbarheiter i lokal- og aksessnetta ut til sluttbrukarane. Døme på dette er avtappingar frå regionsnett som går gjennom dalane i regionen som terminerer inn mot tettstader og bygdelag.

### 7.4.1 Sårbarheit knytt til nærføringar og manglande diversitet

I regionen finst det fleire lokasjonar med nærføringar i transportnetta. Ei enkelt hending på slike stader kan føre til utfall på fleire kablar, og nærføringar representerer derfor ei sårbarheit. Redundansen gitt av andre fibertraséar i regionen reduserer i stor grad nasjonale og store regionale konsekvensar, sjølv ved brot på fleire kablar.

Enkelthendingar kan likevel få vesentlege lokale og regionale konsekvensar i område der det manglar redundans med tilstrekkeleg fysisk diversitet.

Fiberkablar langs europavegar og fylkesveggar har mange skøytepunkt og kryssingar. I analysen vert ikkje dette vurdert som ei stor sårbarheit, sjølv om nærleik til veggar med mykje trafikk gjer at skøytepunkt og kryssingar er utsette for utforkøyringar og andre hendingar på og langs vegen. Det er ei utfordring å

---

<sup>26</sup> <https://nkom.no/rapporter-og-dokumenter/robuste-transmisjonsnett-for-norge-mot-2030>

redusere talet på kryssingar og skøytepunkt på grunn av omfanget og kostnadane dette vil medføre, og eksistensen av fleire kablar mellom viktige knutepunkt i transportnetta gir redundans. Redundans bidrar derfor til å redusere den overordna sårbarheita med nærføringar og kryssingar.

#### 7.4.2 Sårbarheit knytt til eksponerte fiberkablar

Ved Nkom sine synfaringar i samband med kartlegginga i Innlandet og Buskerud observerte vi fleire stader kablar som var ubeskytta og eksponert forlagde på ulike vis. Dette er ikkje unikt for denne regionen, men framstår like fullt som unødvendig og mange av stadane relativt enkelt å gjere noko med. Det gjeld både midlertidige reparasjonar som har stått lenge i påvente av permanent feilretting, og nyetablerte og eldre eksisterande anlegg. Det at kablar ligg opne og eksponerte gjer dei tilgjengelege og sårbare for fysisk påverknad og utfall frå vêr- og naturhendingar og menneskeleg aktivitet, både uhell og intendert skadeverk. Konsekvensane ved utfall på slike kablar vil variere sterkt ut frå kva trafikk som går på dei og korleis redundansen er i området. Men rapporterte utfallshendingar syner at det hyppig skjer lokale utfall over heile landet, og Nkom vil sterkt framheve behovet for å redusere sårbarheiter som følge av unødvendig eksponerte kablar, og ønsker saman med bransjen å sjå på standardar og praksis rundt forsvarleg forlegging av kabelinfrastruktur. Under følger nokre illustrerande døme på observasjonar Nkom har gjort i regionen.



*Figur 15: Mellombels reparasjon i Buskerud med skøytebombe (skøyteboks) liggande på bakken og knuste fiberrør i bekken. Foto: Nkom*



Figur 16: Kablar langs jernbanetrasé. Nokre av dei er utrangerte, andre skal vere i drift.



Figur 17: Mangelfullt vern/overdekning



Figur 18: Skeiv stolpekurs i Innlandet

*Alle foto: Nkom*



*Figur 19: Kabelkum full av vatn ved sentral*



*Figur 20: Kum under vatn ved flaum*

Sjølv om «skøytebomber» i kummar skal vere vasstette og tole eit fuktig miljø, så bør kabelkummar vere tørre, sidan tilfrysing og is over tid kan øydelegge både kabel og skøytebombe.



*Figur 21: Ulåst kabelskap*

*Alle foto: Nkom*

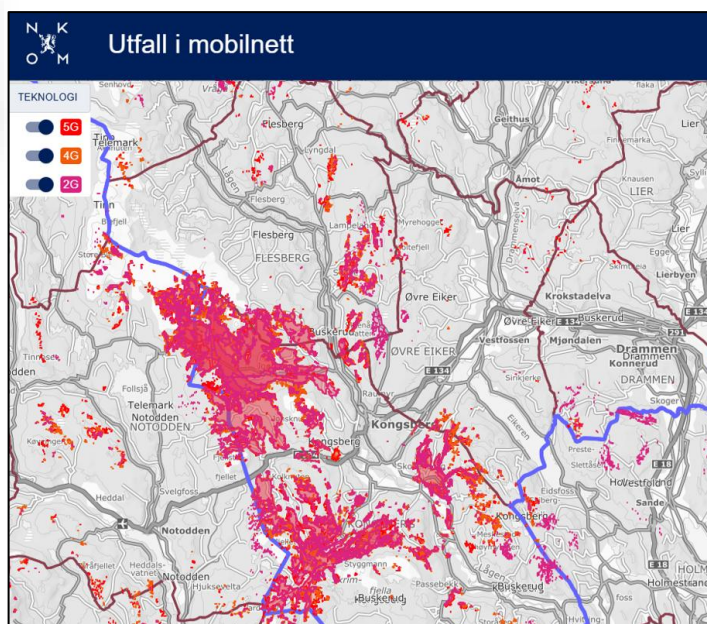
### 7.4.3 Isolasjonsutsette lokalsamfunn

Når det gjeld lokal transmisjon til mobilnett i mindre tettfolka strøk, så er ofte fleire mobilnett kopla opp gjennom eitt og same transmisjonsnett når det er rimelegare kostnadmessig for mobiltilbydarane enn å etablere eigen, uavhengig transmisjon. Det felles transmisjonsnettet blir då kritisk for alle mobilnetta som nyttar det i desse områda. Det er fleire stader i Hallingdal, blant anna, der alle mobilnetta i dag er kritisk avhengige av felles transmisjon. Både Lyse Tele og Telia har ein uttalt strategi om å bli meir uavhengige av transmisjonsløyisingar som dei andre mobiltilbydarane nyttar. Dette vil bidra til å redusere denne sårbarheita.

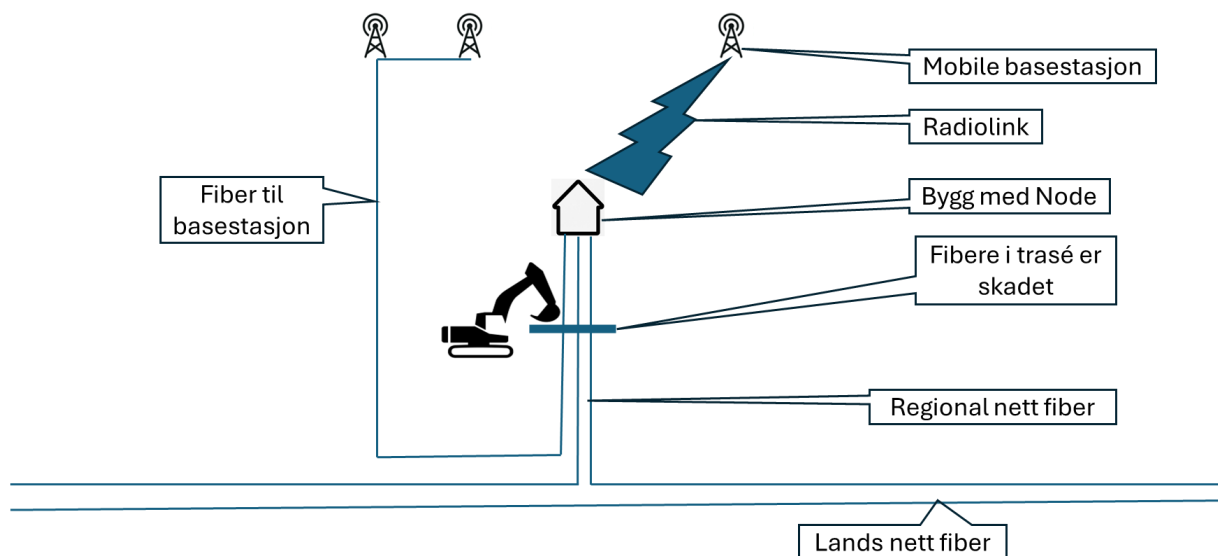


Figur 22: Faksimile av artikkel i Laagendalsposten, januar 2025

Eit område vest i Kongsberg kommune mot Telemark, i og rundt Jondalen og Jonsknuten, har peikt seg ut med tilbakevendande mobilutfall. Utfalla har ofte ramma alle tre mobilnetta og dermed gjort området dekningsdautt og gitt beredskapsutfordringar. Slike hendingar er typiske ved utsette transmisjonsvegar, manglande redundans og avhengigheit til éin og same transmisjonsleverandør. På generelt grunnlag kan tiltak som betre sikring av trasé, betre reservestraumkapasitet, betre redundans og meir uavhengige transmisjonsløyisingar vere relevante for å betre ekomtryggleiken i slike område.



Figur 23: Utfallskart for Kongsberg og omegn januar 2025. Det har vore tilsvarande utfall i 2021, 2022 og 2023.



Figur 24: Mange basestasjonar kan gå ned lokalt ved skade på éin fibertrasé. Kjelde: Nkom

Mange ekomnodar har berre éi kabelføring inn mot bygget. Dersom denne kabelinnføringa til noden vert broten, kan eit større område miste all mobiltelefondekning. Sårbarheita kan i mange tilfelle reduserast med fleire, fysisk separerte kabelinnføringar inn mot bygget.

## 7.5 Sårbarheiter knytt til fysisk sikring

Gjennom synfaring og dialog med aktørane i Innlandet og Buskerud har Nkom registrert varierende fysisk sikring av transportnettnodar og skøytepunkt mot tilsikta og utilsikta hendingar.

Krav til fysisk sikring vil variere ut frå kva del av fiberinfrastrukturen ein talar om. I følge klassifiseringsforskrifta skal nettutstyr i anlegg (noderom, nodebuer, datasenter og så vidare) sikrast mot uønskt ytre fysisk påverknad. Forskrifta stiller mellom anna krav til grunnsikring og redundans på hjelpetekniske system. Omfanget av sikringstiltak skal vere basert på ei risiko- og sårbarheitsvurdering utført av ansvarleg netteigar og/eller ekomtilbydar. Sikringa av anlegg skal ivareta forsvarleg tryggleik for elektroniske kommunikasjonsnett og -tenester i fred, krise og krig.

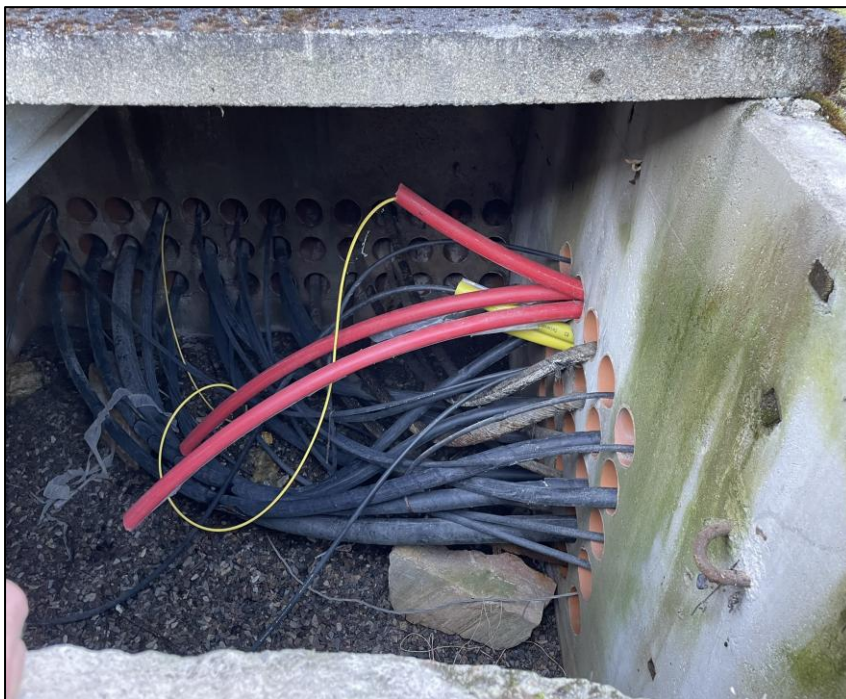
Sikring består normalt av barrierar, deteksjon og reaksjon, der barrierar skal forhindre eller forseinke trusselaktør frå å få tilgang til eller gjere skade på nettutstyr. Fysisk sikring skal også forhindre skadar frå utilsikta hendingar som uvêr, skred, brann og så vidare.



### 7.5.1 Sentrale lokasjonar i Innlandet og Buskerud

Nkom si overordna vurdering av hovudlokasjonane i regionen er at dei er relativt godt fysisk sikra for fredstid. Men infrastrukturen er framleis sårbar for hendingar i øvre del av krisespennet. Større *samtidige* hendingar vil kunne få alvorlege konsekvensar for avvikling av nasjonal og regional ekomtrafikk.

Dei fleste større ekomanlegga i Buskerud og Innlandet er etablert av Telenor, og mange av dei ber preg av at dei er bygd for koparteknologi og er frå den kalde krigens dagar. I dag framstår desse eldre anlegga som overdimensjonerte etter dagens behov, men framleis relativt godt fysisk sikra. Telenor har seld eller er i ferd med å selje fleire av anlegga, samtidig som dei leiger tilbake mindre areal i dei tilpassa det Telenor treng no. Det kan vere formålstenleg å følge opp at ekominfrastrukturen ikkje vert meir sårbar i samband med ulike moderniseringstiltak.



*Figur 25: Kabelinntak på sentral dimensjonert for eit gammalt koparnett.*

*Foto: Nkom*

Nokre mindre ekomtilbydarar i Buskerud har klassifisert anlegga sine i lågaste sikringskategori. Men sidan den fysiske infrastrukturen til fleire av desse, som fiber og nodehytter, også blir brukt av nasjonale mobilnett og dermed dekker relativt store område med breiband og mobilnett, så er desse aktørane framleis viktige i desse områda og det kan vere behov for betre fysisk sikring og brannsikring på fleire lokasjonar.

### 7.5.2 Landtak og fiberkablur forlagt i innsjøar, vatn og elvar

Med landtak meiner ein staden der ein fiberkabel kjem opp frå sjø/vatn og går vidare innover på land. I tilknytning til landtak finst det som regel ein kum der sjøkabelen vert skøyta saman med fiberkabelen som strekk seg innover på land i jord eller luft. Landtak er ofte utsette og sårbare punkt. Ubeskytta og

eksponerte landtak kan vere utsette for brot og feil i samband med graving eller annan legitim aktivitet, men også sabotasje. I nokre tilfelle er landtaka dårleg merka i terrenget med skilt, eller ikkje merka i det heile. Det gjer dei utsette for at ankring og annan aktivitet på sjøen kan hekte i kabelen. God overdekking av sjøkabelen inn mot land vil sikre den mot bølgeslag og isgang. Det eksisterer per i dag ikkje detaljerte regulatoriske krav for installasjon og sikring av landtak. Utforming og sikring er avhengig av interne krav, rettleiingar og praksis hos kvar enkelt ekomaktør. Nkom vurderer at landtaka i Innlandet og Buskerud ikkje er spesielt sårbare. Sårbarheitsreducerande tiltak vil vere regelmessig oppsyn for å sørge for at kablane er tilstrøkkeleg tildekte og skjulte.



*Figur 26a og b: Døme på god merking i terrenget og godt utført overgang for fiberkabel frå luft til jord til sjø i Buskerud. Foto: Nkom*



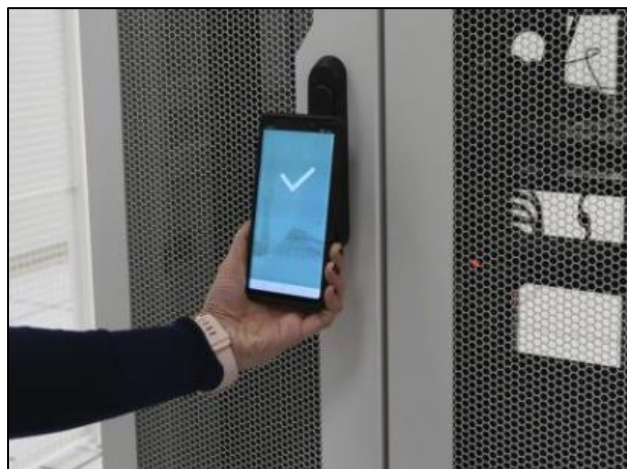
**Figur 27: Døme på synleg sjøkabel som manglar overdekking ut frå landtak. Foto: Nkom**

### 7.5.3 Smartnøklar

Vi har sett ei utvikling mot å ta i bruk smartnøklar i staden for tradisjonelle fysiske nøklar for tilgang til enklare ekomanlegg, der netteigarane ikkje har funne behov for å etablere fullverdige nøkkeltkortbaserte



tilgangssystem. I eit smartnøkkelsystem vert den ordinære nøkkelsylindern bytt ut med ein batterilaus RFID<sup>27</sup>-styrt sylinder. Døra kan då opnast ved hjelp av mobiltelefon med innebygd NFC<sup>28</sup>-teknologi. Ved behov for tilgang kan digital nøkkel sendast elektronisk frå eit nøkkeladministrasjonssystem til mobiltelefonen. Dette kan gi betre trygging og kontroll med kven som har tilgang til anlegga, og gjere det mogeleg å opne/stenge tilgangar ved akutte behov. Ved å innføre eit slikt elektronisk låsesystem introduserer ein naturleg nok nye sårbarheiter, og dette må aktørane gjere sine risikovurderingar rundt.



*Figur 28a og b: Batterilaust smartnøkkelsystem iLoq som vert operert via RFID, NFC og tilgangssapp på mobiltelefonen.*

*Foto 28a: Nkom*

*Foto 28b: [www.iloq.com](http://www.iloq.com)*

<sup>27</sup> RFID = Radiofrekvensidentifikasjon er ein metode for å lagre og hente data ved hjelp av små RFID-brikker.

<sup>28</sup> NFC = Near Field Communication, eller nærfeltkommunikasjon på norsk, er ein trådløs kommunikasjonsteknologi for overføring av elektronisk informasjon over korte avstandar (typisk 4-20 centimeter).

## 7.6 Sårbarheter knytt til geografi og vêrforhold

### Innlandet

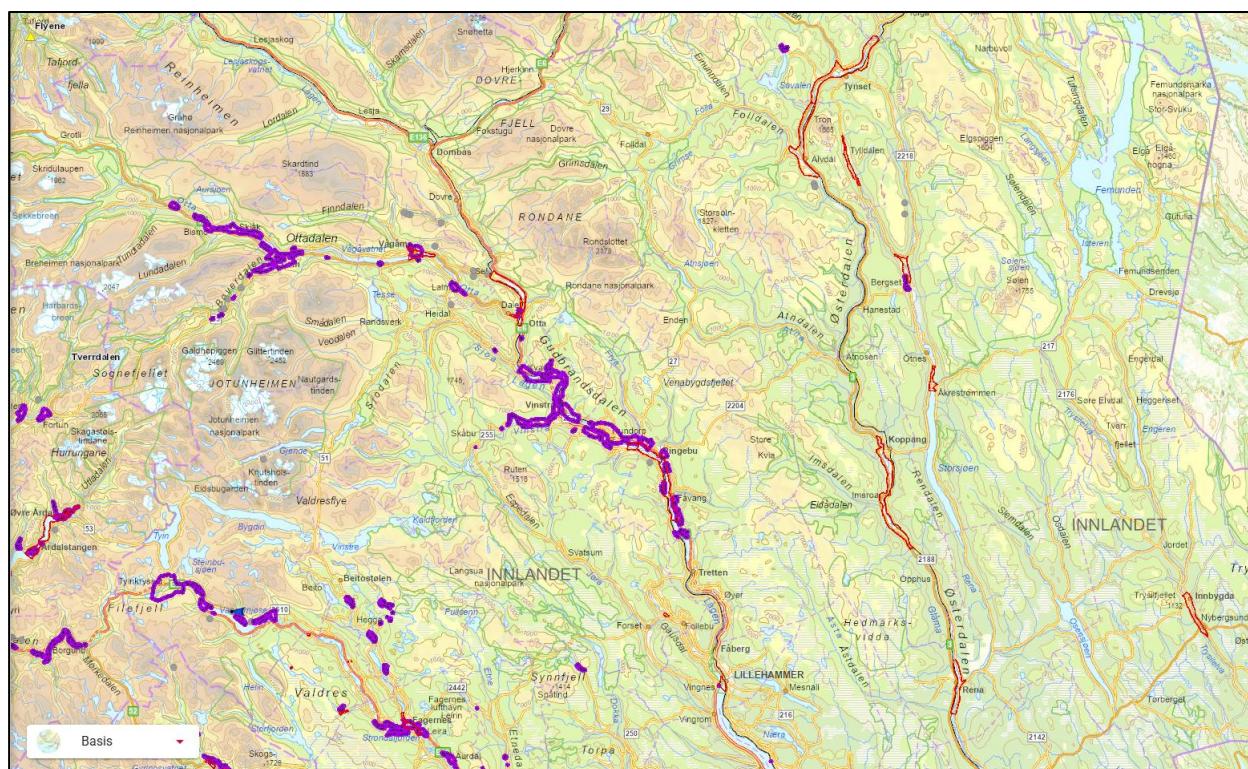
Innlandet er det største fylket i landet med sine vel 52.000 kvadratkilometer. Fylket består av lange dalføre, mange fjell, innsjøar og store elvar. I dalføra Valdres, Gudbrandsdalen og Østerdalen finst mykje ekominfrastruktur. Klimaet i Innlandet er kaldt på vintrane og varmt på somrane. Dette kan blant anna gjere det naudsynt med oppsyn med ekominfrastrukturen vinterstid, då ising på luftlinjer kan føre til problem i ekomnetta. Det er mange vintersportsstader og store hytteområde i fylket, så ekomnetta skal i tillegg til fastbuande, lokale verksemder og samfunnsfunksjonar, også ivareta kommunikasjon og tryggleik for svært mange besøkande gjennom året. Trefall over transmisjons- og kraftlinjer er ein aktuell problematikk sidan fylket består av mykje skog.

Historisk har fylket hatt utfordringar med flaum i dalføra i samband med store nedbørsmengder og snøsmelting. Ras og skred er også kjente problemstillingar som kan ramme infrastrukturen. Under uvêret Hans i august 2023 førte flaum og ras til relativt omfattande utfall av ekomtenester i Innlandet og nordlege delar av Buskerud. På det meste var det om lag 70 basestasjonar i mobilnetta ute samtidig, og utfallssituasjonen varte i nærmare fire døgn. Nokre ekomknutepunkt i Valdres vart trua av overfløyming under uvêret, men netteigarane klarte å hindre flauminntrenging ved hjelp av provisorisk flaumvern og ved å flytte utstyr høgare opp frå bakken/golvet.



Figur 29: Oversiktsbilete frå Fagernes under ekstremvêret Hans, tatt 11.08.23. Strondafjorden kom nær ekomanlegg i sentrum. Kjelde: Webkamera, faksimile frå Avisa Valdres.

Analysar gjort av NVE syner at det er spesielt utpeikte flaumsoner i Østerdalen<sup>29</sup>, som ved Elverum, Rena, Koppang, Alvdal og Tynset. Desse tettstadane er viktige gjennomfartsårer for ekominfrastruktur. Når det gjeld skredfare i bratt terreng, er områda mellom Lillehammer, Otta og Dombås noko meir utsette enn andre område i Innlandet. Desse strekka er også gjennomfartsområde for ekominfrastruktur.



Figur 30: Faresonekart over Innlandet. Flaumsonegrenser er merka raudt, faresoner for skred i bratt terreng er merka lilla. Kjelde: NVE Temakart<sup>30</sup>

Innlandet består av mykje skog og har dei siste ti åra vorte råka av fleire skogbrannar. Det er stor førekomst av lågfuruskog, som kan auke risikoen for skogbrann samanlikna med andre skogtypar. På same måten aukar brattlendt terreng den generelle skogbrannfaren. Ekominfrastruktur og kraftinfrastruktur kan ta stor skade av skogbrannar, og er derfor noko ekomtilbydarane i Innlandet bør ta høgd for i risikovurderingane og beredskapsplanane sine. Nkom er ikkje kjent med at det finst nokon database med fylkesstatistikk over skogbrannar. Skogbrannar vil også skje på ulike stader ut frå ulike omstende. Det er derfor vanskeleg å gi gode estimat av sannsynet for skogbrannar både i Innlandet og Buskerud.

## Buskerud

Buskerud fylke har eit landareal på om lag 13.500 kvadratkilometer og strekk seg frå Kongsberg og Drammen i sør til Hemsedal og Hardangervidda i nord. I likskap med Innlandet består Buskerud av store,

<sup>29</sup> <https://www.nve.no/naturfare/utredning-av-naturfare/flom-og-skredfare-i-din-kommune/faresonekart-kommuner/innlandet/>

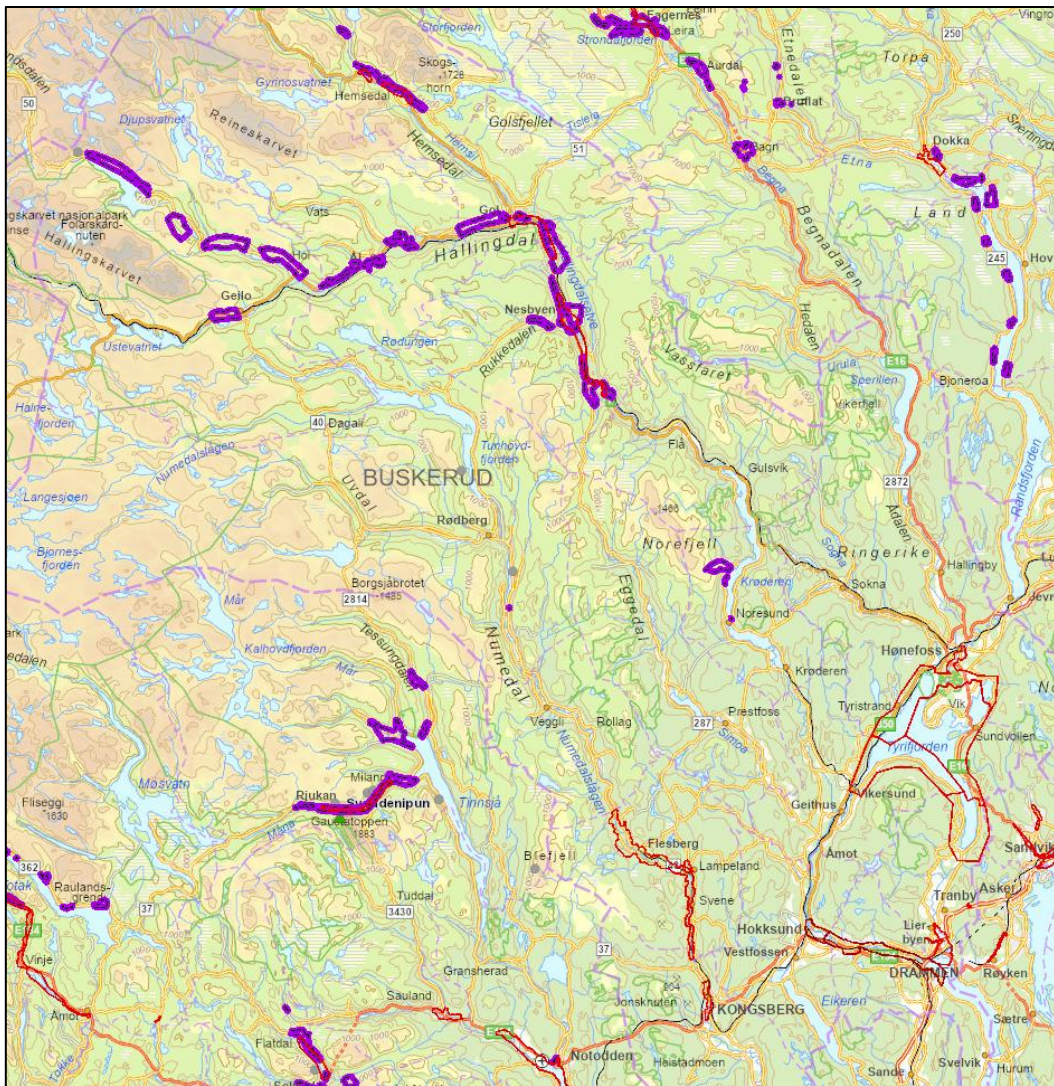
<sup>30</sup> <https://temakart.nve.no/tema/faresoner>

parallele dalføre. Dei største av desse er Numedal i vestre del av fylket og Hallingdal i den nordre og austlege delen av fylket. Dalføra strekk seg på kartet diagonalt frå nordvest mot søraust gjennom fylket ned mot Kongsberg, Hønefoss, Drammen og Oslo. Dalføra er gjennomfartsårer for ekominfrastruktur, og er område der det tidvis oppstår flaum og ras som følge av mykje nedbør og snøsmelting. I samband med uvêret Hans var det ekstraordinært høg vasstand i Drammensvassdraget. Flaum og ras førte til fiberbrot og straumbrot, noko som resulterte i utfall i mobil- og breibandstenester i blant anna Ål, Gol, Hemsedal og Nesbyen.



Figur 31: Drammensvassdraget. Kjelde: Wikipedia, illustrasjon av Bingar1234 lisensiert under CC BY-SA 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

I likskap med Innlandet er Buskerud eit populært hytte- og turfylke. Så dei same forholda gjeld også her rundt at ekomnetta må tåle periodar med stor auke i trafikk utover det dei fastbuande genererer.



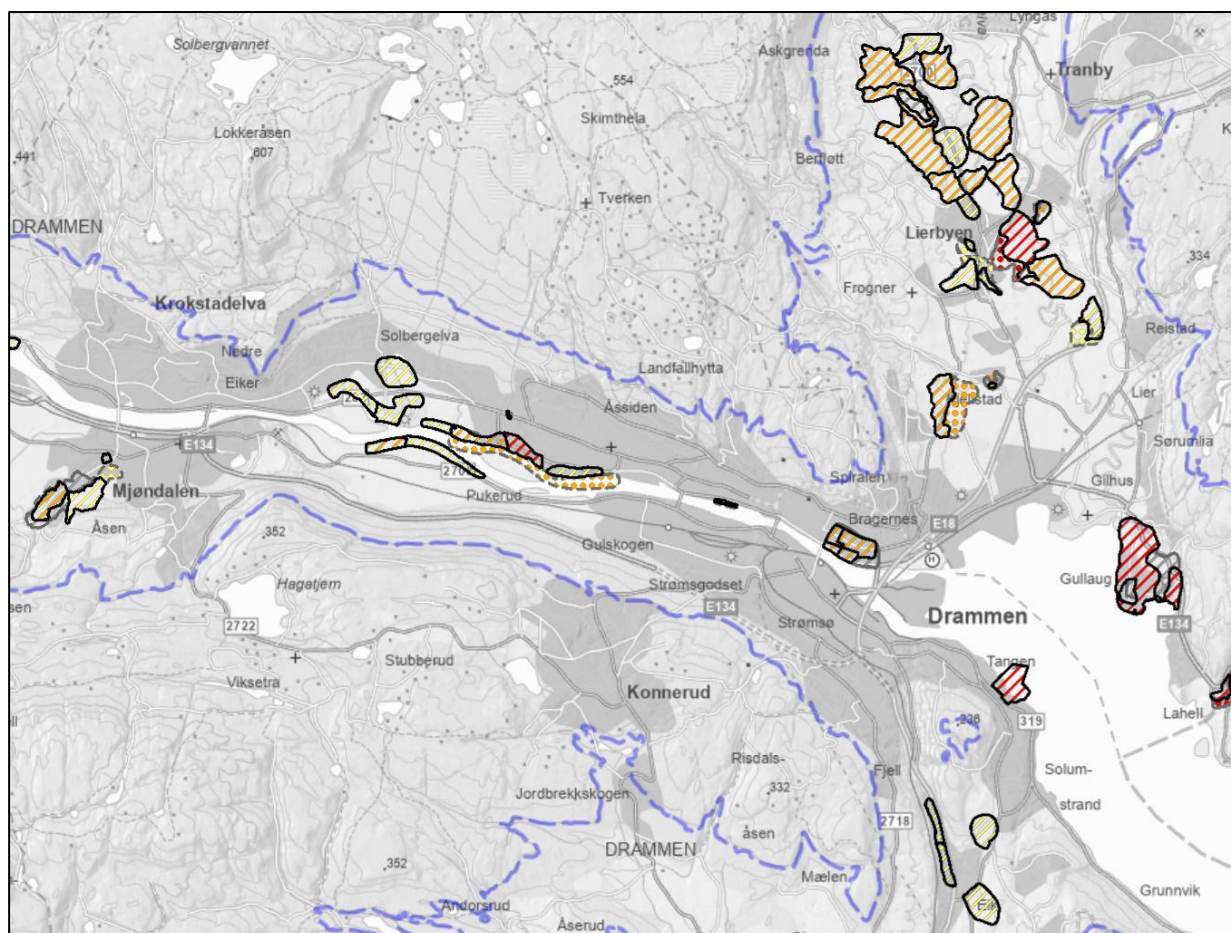
Figur 32: Faresonekart over Buskerud. Flaumsonегrenser merka raudt, faresoner for skred i bratt terreng er merka lilla. Kjelde: NVE Temakart

Buskerud har i likskap med Innlandet hatt fleire skogbrannar dei siste ti  ra. H g f rekomst av furuskog og brattlendt terreng kan som i Innlandet v re faktorar som aukar risikoen for skogbrannar.

Ifølge ein risiko- og sårbarheitsanalyse utarbeidd av statsforvaltaren i Oslo og Viken i 2022<sup>31</sup> er det kartlagt over 2.000 kvikkleiresoner i Noreg der det er mogeleg fare for store kvikkleireskred. Dei aller fleste av desse er på Austlandet og i Trøndelag. Kvikkleire er leire som vart avsett i saltvatn (marin leire) føre breane i istida, og som no er komen over havnivået. Kvikkleira ligg i lommer eller lag i marine avsetningar så langt opp som havet gjekk etter den siste istida (marin grense), det vil seie opp til 220 m.o.h. i dagens landskap. Kvikkleira er i utgangspunktet fast og toler stort trykk i vertikal retning, men om leira blir utsett for overbelastning (ved anleggsarbeid eller erosjon) kan strukturen klappe saman og leirpartiklane vil flyte i

<sup>31</sup> <https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-oslo-og-viken/samfunnssikkerhet-og-beredskap/forebyggende-samfunnssikkerhet/fylkesros-oslo-og-viken-2022.pdf>

frigjort vatn. Resultatet blir eit kvikkleireskred, som kan berøre store område og forårsake skade på infrastruktur. Eit område som kan nemnast spesielt, med fleire kartlagte kvikkleiresoner, er Drammensområdet, sjå kart under. Dette er eit viktig knutepunkt for ekomnetta i Buskerud, og det viser betydninga av å ha god redundans for traséar og knutepunkt i transportnetta.



Figur 33: Kartlagte kvikkleiresoner i sentrale deler av Drammen og Lier kommune (skraverte felt). Marin grense i stipla lilla linjer. Kjelde: NVE Temakart<sup>32</sup>

### Utbygging av ekominfrastruktur og feilretting

I likskap med andre fylke har geografi og topologi betydning for kor lett eller vanskeleg det er å bygge transportnett med framføringsdiversitet og maskestruktur. Dalføra og fjella i Innlandet og Buskerud legg visse grenser for kor det er mogeleg og hensiktsmessig å legge fiberkablær og sette opp radiolinjer. Geografiske og vêrrelaterte forhold har også betydning for korleis ekominfrastrukturen bør vernast og forsterkast, til dømes med reservestraum og vedlikehald. Stadig meir ekstreme vêr- og klimaforhold aukar behovet for robustifiserande tiltak og regelmessig tilsyn med infrastrukturen.

<sup>32</sup> <https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire>



Større naturhendingar kan føre til langvarige straumutfall, som fort forplantar seg til ekomnetta. Reservestraum reduserer varigheita på ekomutfall, og gir noko betre tidsmargin for entreprenørar som skal ut og rette eller på annan måte avbøte feila. Uvêr og krevjande geografi kan i gitte situasjonar gjere lokasjonane utilgjengelege for ein periode, og dermed forlenge tida det tar å nå fram til utfallslokasjonen for å gjere korrigerande tiltak. Kjennskap til lokale tilhøve når det gjeld terreng og geografi, og dessutan moglegheit for å få bistand frå beredskapsaktørar, kan ved slike tilhøve vise seg å vere avgjerande for varigheit av utfall.

## 7.7 Sårbarheiter knytt til kraftforsyning og reservestraumkapasitet

I kapittel 6 går vi gjennom ulike aspekt ved ekinfrastrukturen si avhengigheit av kontinuerleg straumtilførsel. Straumbrot, til og med korte utfall, kan medføre bortfall av tenester eller øydelagt utstyr. Derfor er reservestraum og UPS<sup>33</sup> sentrale verkemiddel for å avgrense sårbarheiter knytt til utfall av primærstraum.

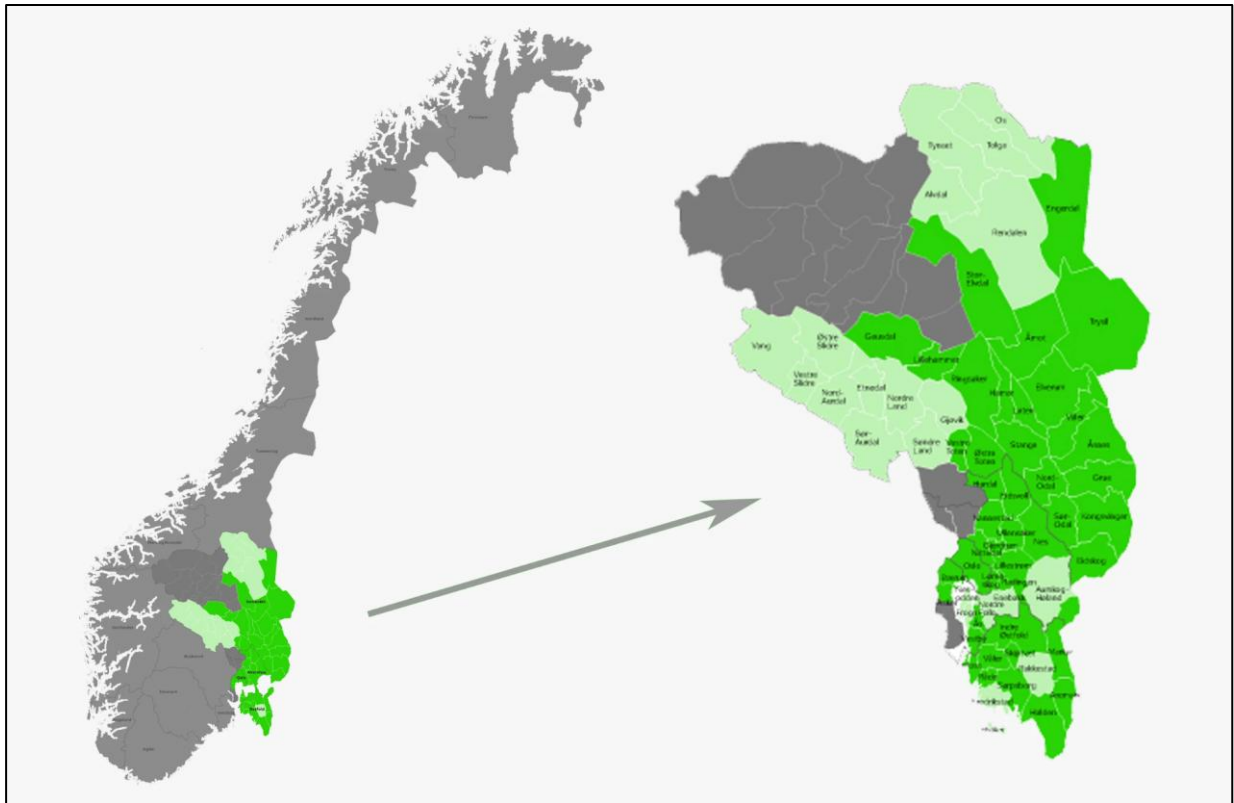
Blant straumutfalla som har skjedd i Innlandet dei siste åra, viser innrapporterte utfallshendingar til Nkom rett mange utfall som varte i 8 timar eller meir, og at feilrettingstida for ekomlokasjonar varierte sterkt. Minstekravet til reservestraum for basestasjonar i dei offentlege mobilnetta er i snitt 4 timar i distriktsområde med fast busetnad eller næringsverksemd, og aldri mindre enn to timar nokon stad. Dette har vist seg å ikkje vere tilstrekkeleg for å halde mobilnetta oppe ved fleire situasjonar. På transportnettsida varierer det også korleis tilbydarane har dimensjonert nodane sine med reservestraum.

Det er ikkje same frekvens og varigheit på registrerte ekomutfall som følge av bortfall av straum i Buskerud. Denne forskjellen frå Innlandet kan skuldast fleire forhold, då datagrunnlaget som er lagt til grunn ikkje er statistisk representativt nok til å kunne dra klare konklusjonar. Ein del av forklaringa på volumforskjellen ligg truleg i at Innlandet i areal er om lag fire gongar så stort som Buskerud og som følge av det kan ha fleire straumbrot i løpet av eit år.

Tiltak som angår kraft og reservestraum må sjåast i samanheng med Nkom sitt program for «Forsterka ekom», sjå kapittel 2.

---

<sup>33</sup> UPS (Uninterruptible Power Supply) er einingar som gir reservestraum utan noko avbrot ved utfall på ekstern kraft.



Figur 34: Nettselskapet Elvia er det største i Noreg og dekker store delar av Innlandet, Akershus, Oslo og Østfold med distribusjonsnett og regionalnett for straum (lys grøn). Kjelde: elvia.no

Elvia er Noregs største kraftnettselskap og dekker også store delar av Innlandet. I følge Reguleringsmyndigheita for energi (RME) sin årlege avbrotstatistikk<sup>34</sup> så opplevde Elvia sine kundar i Innlandet (Elvia Nord) i 2023 ei avbrottsvarigheit per sluttbrukar på 4,49 minutt, både korte og lengre brot medrekna. Dette er godt over det nasjonale gjennomsnittet, som låg på 2,86 minutt, men likevel vesentleg betre enn avbrottsvarigheita i fleire område i Vestland, Nordland og Telemark. For kundar faktisk råka av lengre straumbrot (definert som meir enn 3 minutt) så var nedetida totalt for heile året 1 time og 56 minutt i snitt per råka kunde i Elvia Nord sitt forsyningsområde. Dette er ein god del mindre og betre enn tilsvarende landsgjennomsnitt på 3 timar og 26 minutt. Sjølv om ein her snakkar om *gjennomsnittstal per berørt sluttbrukar*, med dei lokale og individuelle variasjonane som det inneber, så er det ut frå desse tala ikkje grunn til å tenke at Innlandet i eit nasjonalt perspektiv er spesielt dårleg stilt når det gjeld langvarige straumutfall som forårsakar ekomutfall.

<sup>34</sup> <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/publikasjoner-og-data/statistikk/avbruddsstatistikk/>

**2022 – Straumutfall Buskerud > 3 min**

Nettselskap	Total varigheit lange avbrot [min]	Berørte kundar	Snitt avbrotvarsigheit per kunde
Hallingdal Kraftnett	2.077.198	18.430	1 t 53 min
Uvdal Kraftforsyning	540.252	2.252	4 t 0 min
Rollag Elektrisitetsverk	319.307	2.718	1 t 57 min
Norefjell Nett	370.753	1.905	3 t 15 min
Midtkraft Nett	2.207.370	9.495	3 t 52 min
Øvre Eiker Nett	430.208	2.258	3 t 11 min
<b>Totalt</b>	<b>5.945.088</b>	<b>37.048</b>	<b>2 t 40 min</b>

**2023 – Straumutfall Buskerud > 3 min**

Nettselskap	Total varigheit lange avbrot [min]	Berørte kundar	Snitt avbrotvarsigheit per kunde
Hallingdal Kraftnett	4.462.349	17.604	4 t 13 min
Uvdal Kraftforsyning	193.218	2.306	1 t 24 min
Rollag Elektrisitetsverk	319.947	2.726	1 t 57 min
Norefjell Nett	514.013	1.914	4 t 29 min
Midtnett (tidlegare Midtkraft Nett)	2.650.276	15.671	2 t 49 min
Elvenett (tidlegare Øvre Eiker Nett)	630.258	8.928	1 t 11 min
<b>Totalt</b>	<b>8.770.061</b>	<b>49.149</b>	<b>2 t 58 min</b>

Tabell 2a og b: Statistikk over lange utfall (det vil seie over 3 min) for seks utvalde nettselskap i Buskerud i 2022 og 2023

For eit utval av nettselskapa i Buskerud som ligg utanfor dei mest folketette områda sør i fylket, ser vi ein tydeleg auke i total utfallsvarigheit, men ein mindre auke i *gjennomsnittleg* utfallsvarigheit for lange avbrot totalt for utvalet frå 2022 til 2023. Utvalet ligg ein del under landsgjennomsnittet både for 2022 (3 t 10 min) og 2023 (3 t 26 min). Men det varierer ganske mykje for dei fleste selskapa frå det eine året til det andre, så det er ikkje lett å sjå ein tydeleg felles trend. Ut frå dette er det heller ikkje grunn til å

tenke at dei rurale strøka i Buskerud kjem spesielt dårleg ut når det gjeld langvarige straumutfall som forårsakar ekomutfall, samanlikna med resten av landet.

## 7.8 Sårbarheiter og problemstillingar relatert til beredskap for feilretting

I all hovudsak melder ekomtilbydarane at ressursituasjonen for bemanning og kompetanse på drift og beredskap er god.

Dei store nasjonale fiberaktørane, som GlobalConnect og Telenor, nyttar i stor grad nasjonalt dekkande entreprenørselskap for utbygging, drift/vedlikehald og feilretting. Det vert utlyst anbod og inngått kontraktar for konkrete prosjekt eller rammeavtalar i spesifiserte regionar av ei viss varigheit. Avtalane har definerte måleparametrar (KPI'ar - Key Performance Indicators) og servicenivå (SLA – Service-Level Agreement) som entreprenørselskapa må overhalde, mellom anna på responstid for feilretting. OneCo, Eitel Networks, Netel og Site Service er blant dei største nasjonale entreprenørselskapa. Dei er til stades med lokalavdelingar over store delar av landet og betener også ekomtilbydarar i Innlandet og Buskerud. I tillegg til kompetent mannskap, montørbilar, verktøy og anna utrustning sørger dei som regel også for bestilling og mellombels lagring av reservedelar som trengs for rask utrykking og trafikknormalisering ved utfallshendingar. Ofte vil mobile aggregatløysingar vere lagra hos entreprenørselskapa for rask utplassering ved behov. Sidan ekominfrastruktur og framkomstvegar i stor grad følger kvarandre på grunn av geografien i denne regionen, og det kan vere begrensa med alternative vegar, så kan visse hendingar, som flaum og skred/ras, medføre at det vert vanskeleg for entreprenør å koma fram til skadestaden i ekomnett. Dersom forsvarleg og tilstrekkeleg kritisk kan dette løysast gjennom alternativ framkomst med båt, ATV eller helikopter.

Entreprenørane dimensjonerer i hovudsak personellbasen sin ut frå inngåtte drifts- og rammeavtalar og konkrete utbyggingsprosjekt. Dei vil derfor ikkje ha mykje ekstra kapasitet til ytterlegare beredskap og innsats ved større hendingar. For å minske risikoen for samtidig press på i utgangspunktet avgrensa feilrettings- og beredskapsressursar søker derfor mange ekomtilbydarar å knyte til seg *forskjellige* entreprenørselskap, som ikkje alle andre nyttar. Det reduserer i nokon grad utfordringa med innbyrdes konkurranse om entreprenørressursane.

Lokale/regionale ekomtilbydarar og entreprenørselskap sit som regel med god lokalkunnskap og kan ha lokalt tilgjengelege mannskap og materiell, som til dømes fiberkablar, reservedelsutstyr, verktøy og framkomstmiddel i sine område. I kritiske feilsituasjonar med stor kundekonsekvens, stort behov for rask gjenoppretting og ofte vanskeleg tilkomst inn i feilområdet vil slik lokal kompetanse og kapabilitet kunne vere god støtte også for andre ekomaktørar som sit lengre unna og har lengre veg for å nå fram til området, som dei heller ikkje er like godt kjent i. Nkom ser det derfor som svært nyttig når aktørane, inklusiv underentreprenørar, etablerer kontakt og hjelper kvarandre for å raskast mogeleg løyse situasjonar som er kritiske for samfunn, liv og helse. Nkom vil ut frå sine retningslinjer kunne ta ei

koordinerende rolle under slike større hendingar og kalle inn til ekomberedskapsråd med dei ekomaktørane som er aktuelle.

## 7.9 Andre sårbarheiter og utfordringar

### 7.9.1 Informasjonsdeling

Som påpeikt i dei tidlegare regionsanalysane Nkom har gjennomført, er det fleire ekomtilbydarar som melder om at det er utfordrande med manglande deling av informasjon tilbydarane imellom. Ut frå det Nkom erfarer er det varierende kor mykje informasjon dei forskjellige tilbydarane deler med kvarandre om til dømes kor fibertraséar går. Aktørar som har eit direkte leige-/byteforhold seg imellom deler som regel informasjon om konkrete traséar dersom det er lagt til rette for det gjennom leige- og tryggingssavtale. Når det er fleire aktørar i verdikjeda blir informasjonsdelinga ofte meir komplisert og vanskelegare. Tilbydar A kan leige ut mørk fiber til tilbydar B som igjen tilbyr transporttenester til tilbydar/samfunnsaktør C. I slike tilfelle vil tilbydar A gjerne ikkje utan vidare tillate tilbydar B å informere aktør C om nøyaktige posisjonar for kor ein fiberkabel fysisk ligg.

Mange samfunnskritiske verksemder har behov for høg oppetid på ekomtenestene dei kjøper/nyttar. Dei stiller derfor typisk krav til redundans med reell fysisk diversitet på føringsvegar mellom viktige nodar. Dersom tilbydaren ikkje kan levere og garantere for dette sjølv, må kunden leige fiber frå ein annan tilbydar. For å vere heilt sikre på at det faktisk er fysisk redundans for dei ulike føringsvegane vil slike kundar gjerne krevje at aktørane deler dokumentasjon med dei om kor dei ulike traséane går. Norsk Helsenett er eit døme på ein slik kunde som er avhengig av garantert redundans med reell diversitet i transportnettets sitt.

Det kan vere legitime utfordringar med informasjonsdeling mellom ekomaktørar og kritiske brukarar, både av forretnings- og konkurransemessige årsaker. I nokre tilfelle set tryggingsslova og ekomlova grenser for kva informasjon som kan delast og korleis det i så fall skal skje. Det betyr at tilbydarar ikkje utan vidare kan dele all informasjon med einannan eller med kundar. Behovet for skjerming av sensitiv informasjon kan likevel i nokre tilfelle medføre like store og større tryggingssutfordringar enn å *ikkje* vite kor dei fysiske føringsvegane går. For at kritiske verksemder og andre brukarar skal kunne ta stilling til om dei har god nok robustheit i ekomsambanda dei nyttar må dei vere trygge på at redundansen er reell og vil fungere for både fysiske og logiske hendingar.

Nkom opplever at spørsmål og frustrasjon rundt informasjonsdeling er ei vedvarande utfordring, og ser det derfor som viktig at aktørane søker å løyse slike dilemma så smidig som mogeleg utan å gå på kompromiss med avtale- og lovverk.

### 7.9.2 Uklare eigarforhold og mangelfull dokumentasjon

Denne rapporten gjer greie for ei rekke ekomtilbydarar og andre aktørar som eig og disponerer fiberinfrastruktur i Innlandet og Buskerud. Som det kjem fram i skildringa så er dette aktørbiletet rimeleg dynamisk og i stadig endring med oppkjøp, fusjonar og nye alliansepartnarar. Det kan vere utfordrande for omverda å ha god oversikt over nye konstellasjonar og ansvarsforhold til ei kvar tid, og til dømes vite kva selskap som eig den fysiske infrastrukturen. Utan ei slik oversikt kan det vere vanskeleg både for myndigheiter, tilbydarar og andre aktørar som er avhengig av ekominfrastrukturen å kunne vurdere forhold som diversitet og redundans, og å ha oversikt over kven som er ansvarleg for vedlikehald av infrastrukturen.

Éi årsak til uklare eigarskap kan vere eldre avtalar der det i samband med nye oppkjøp og konstellasjonar oppstår uklarheit om kva som inngår i oppkjøpet. I nokre tilfelle innehalde slike gamle avtalar lite konkret informasjon om spesifikke delar av den fysiske infrastrukturen.

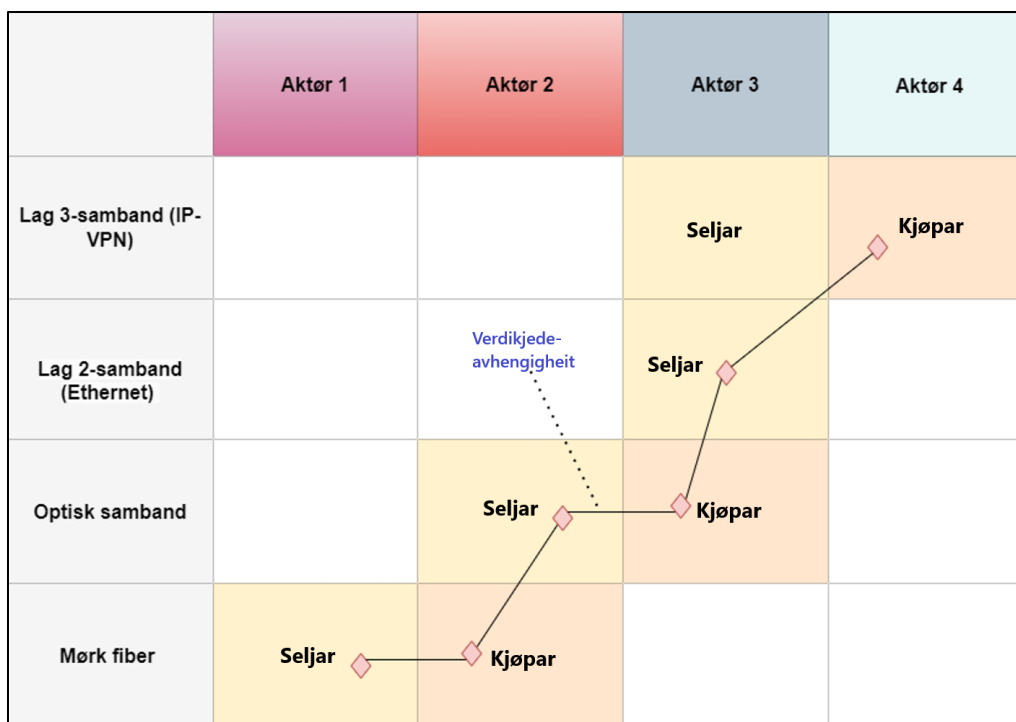
Skiftande og nye eigarforhold kan medføre komplikasjonar i overdraging/samanslåing av nettverksdokumentasjonen, spesielt dersom det er nytta ulike typar dokumentasjonssystem, ulik dataformatering og varierende grad av detaljrikdom og nøyaktigheit. Generelt er Nkoms inntrykk at nyare anlegg har ein betydeleg betre nøyaktigheit på innmåling og dokumentasjonskvalitet enn eldre anlegg. Overdraging og inkorporering av gamle anlegg inn i nye nett inneber derfor ofte ein del utfordringar.

### 7.9.3 Aktøravhengigheiter knytt til fiberinfrastruktur

Det er fleire avhengigheitsforhold mellom aktørane i Innlandet og Buskerud, sjølv om det generelt er betre tilgang på fiberkablar her enn i fylka lenger nord. Når fleire aktørar nyttar same fiberkabel, eller fiberkablar i same trasé, svekker det tilbydardiversiteten med tanke på fysisk separasjon. Dersom det skulle oppstå to eller fleire samtidige kabelbrot i eit slikt område vil det kunne medføre større utfall av ekomtenester for fleire av aktørane.

Vidare skapar oppbygginga og realiseringa av transportnett i ulike nettverkslag avhengigheiter mellom aktørane. Som skildra i kapittel 3, skjer dette gjennom kjøp/leige av mørk fiber, optisk samband, Lag 2-samband (ethernet/ATM) eller Lag 3-samband (IP-VPN). Overliggende nettverkslag er då avhengig av underliggende nettverkslag. Det kan likevel eksistere ein viss grad av diversitet på utstyrsnivå/logisk nivå for dei respektive nettverkslaga i dei ulike transportnetta:

- Ved kjøp av mørk fiber vil den som kjøper sjølv sette opp utstyr for å produsere transportnett-tenestene ein treng, og aktøren er ikkje avhengig av termineringsutstyr frå fiberleverandøren.
- Ved kjøp av optisk samband står fiberleverandøren for utstyret som set lys på fiberkabelen. Kjøpar kan sjølv sette inn utstyr og produsere Lag 2- og Lag 3-samband.
- Ved kjøp av Lag 2- og Lag 3-samband er kjøpar i stor grad avhengig av leverandøren sitt utstyr (optikk og elektronikk).



Tabell 3: Skjematisk framstilling av typiske avhengighetsforhold mellom transportnettaktører som opererer på ulike nettverkslag

Tabellen over gir døme på både fysiske og logiske avhengigheiter i ei verdikjeda. Verdikjeda består her av fire ulike aktører, der Aktør 4 har avhengigheit til tre andre aktører bakover i verdikjeda. For tenesteleveranse/realisering av sitt nett er dermed Aktør 4 avhengig av fungerande Lag 3- og Lag 2-samband, optisk samband og mørk fiber hos Aktør 3, Aktør 2 og Aktør 1, respektivt.

Aktører som opererer i øvre del av verdikjeda baserer dermed netta og tenestene sine på underliggande nettverkslag gjennom avtalar med ulike eksterne transportnettaktører, og det kan variere mykje kva leverandørar dei nyttar i ulike geografiske område. Tilbydarar som opererer på dei nedre nettverkslaga, eller som tilbyr tenester på alle laga, kan også ha avhengigheiter med andre gjennom bytteavtalar eller leige av mørk fiber på stader der dei sjølv ikkje er tilstades eller der dei ønsker ekstra kapasitet eller redundans.

#### 7.9.4 Allment tilgjengeleg informasjon om ekominfrastruktur

På internett og elles i det offentlege domenet finst det ein god del open informasjon om ekominfrastruktur. Det meste vil vere på eit overordna nivå og syner ikkje detaljar som peiker ut spesielt sårbare element og område.

Ei anna kjelde til offentleg informasjon er sjøkart. Sjøkarta syner kor det går kablar langs kysten. Dette er mindre aktuelt for Innlandet og Buskerud, som i hovudsak er innlandsfylke, og dei vanlege sjøkarta dekker ikkje elvar, ferskvatn og innsjøar. Inntil nyleg vart heller ikkje ekomkablar vist i andre offentlege og opne kartsystem enn i sjøkarta. Men frå 2023 er også ekomkablar i luft, både master og spenn, omfatta av ny forskrift for rapportering, registrering og merking av luftfartshinder<sup>35</sup>. Som for sjøkablar blir det heller ikkje her avslørt kva type leidningar som går i lufta eller kven dei tilhøyrer. Karta syner berre kor kablane går, for å hindre at luftfartøy flyr inn i dei.

NVE tilbyr gjennom NVE Atlas<sup>36</sup> og andre opne nettressursar digitale kart i det offentlege rommet som syner ulike typar kraftnettanlegg i lufta og på bakken. Dette inkluderer eksisterande og planlagde anlegg i Statnett sitt landsdekkande sentralnett, regional- og distribusjonsnett som tilhøyrer dei ulike regionale kraftnettselskapa, sjøkablar, master og stolpar, i tillegg til transformatorstasjonar. Denne informasjonen har ingen direkte tilvisingar til ekom.

Kvar ekomtilbydar er ansvarleg for forsvarleg trygging av eige ekomnett. Det inkluderer verdivurdering av informasjon som ein gjer tilgjengeleg i det offentlege domenet. Informasjon om ulike typar infrastruktur i offentlege kartverk er under normale og fredelige omstende viktig for å varsle om kor ein må utvise aktsemd ved ferdsel og annan aktivitet.

#### 7.10 Vurdering av sårbarheiter og risiko for utfall

Grunnlaget Nkom nyttar for å vurdere sårbarheiter og risiko for utfall er innsamla informasjon frå aktørmøte og annan dialog med ekomtilbydarane, utfallsrapportar som Nkom mottar ved uønskte hendingar, analysar av kartdata over infrastruktur og andre tilgjengelege kjelder. Analysen av utilsikta hendingar bygger i stor grad på «NS 5814:2021 – Krav til risikovurderingar». Sannsyns- og konsekvensvurderingane vert supplert med uvissevurderingar basert på statistisk datagrunnlag, anna kunnskapsgrunnlag og uvisse knytt til om framtidige hendingar vil inntreffe.

Nkoms analyse av tilsikta hendingar bygger på ei VTS-tilnærming<sup>37</sup>, der det vert gjort vurderingar av verdiar og verdikonsentrasjon, og sårbarheiter med tanke på korleis verdiane er sikra mot ulike farar og truslar. Det er fleire ulike sikringsstrategiar, til dømes forsterka fysisk sikring, alternative framføringsveggar

<sup>35</sup> <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-07-15-980>

<sup>36</sup> <https://atlas.nve.no/>

<sup>37</sup> VTS-vurdering (Verdi, Trussel og Sårbarheit) er ein metodikk for sikringsrisikoanalyse.



og nodar (fysisk og logisk redundans), større spreining av funksjonelle verdiar (diversitet), mobilitet og annan kapabilitet for gjenoppbygging. Fokuset i analysen er på konsekvensar og skadepotensial som tilsikta hendingar kan ha for leveransen av ekomtenester.

Risikovurderinga av hendingar i Innlandet og Buskerud tar i stor grad utgangspunkt i kva som kan forårsake regionale og lokale utfall, sidan det overordna nasjonale nettet er meir robust enn kva som er tilfelle lenger nord i landet. Det er derfor ikkje eit strengt 1:1-forhold i nivå mellom risikovurderingane i denne analysen for Innlandet og Buskerud, og vurderingane gjort for til dømes Trøndelag, då det var vesentleg for risikovurderingane av Trøndelag å ta inn over seg kva som kunne forårsake utfall for nasjonal trafikk.

Sårbarheitene aukar risikoen for utfall som kan få konsekvensar i varierende grad for ekomtrafikken. Kor truleg det er at utfall skjer som skildra, og konsekvensane ved dei, er utleia av kvalitative vurderingar og historiske data. Vurderingane er bygd på opplysningar gitt av aktørane, tilhøve kartlagt på Nkoms synfaringar, og annan informasjon relatert til ekominfrastrukturen.

Ei viktig side ved sårbarheitsbiletet er at dei mest alvorlege utfalla som oftast vil oppstå dersom to eller fleire sårbarheiter vert ramma/utnytta samstundes. Dersom til dømes to viktige nodepunkt fell ut, eller dersom trafikken i to eller fleire transportnett-traséar vert brotne samtidig. Dobbeltendingar skjer relativt ofte, og det kan vere tilfeldigheter som avgjer kor alvorlege og langvarige konsekvensane blir.

På eit overordna plan er det godt med redundans i transportnetta i Innlandet og Buskerud. Det betyr at det stort sett må fleire samtidige hendingar til for at det skal skje substansielle utfall i regional og nasjonal ekomtrafikk. Lokal ekomtrafikk derimot, realisert gjennom lokale fiberaksessar og transmisjon til basestasjonar, er meir sårbar for enkelthendingar, til dømes forårsaka av straumbrot og fiberbrot.

I samband med tilsikta hendingar må fleire sårbarheiter utnyttast samtidig for at dei mest alvorlege utfallshendingane skal skje. Like eins må det ved utilsikta hendingar oppstå feil på fleire sårbare punkt *i same tidsrom* for at ein skal kunne oppleve store utfall.

### **7.10.1 Situasjonsstilstandar**

Nkom har vurdert sårbarheitene ut frå ulike scenario for å belyse kva føresetnader og omstende dei er mest aktuelle under. Scenariora er generiske og spenner over overordna *situasjonsstilstandar* for fred, krise og krig. Tilsvarende er dei avbøtande tiltaka i kapittel 9 forankra i dei same scenariora og vurdert ut frå sårbarheitsreducerande effekt.

Situasjonstilstand	Risikoområde <sup>38</sup>	Beskriving (generisk scenario)
Fred	Feil i samband med planlagt arbeid	Arbeid på transmisjonsknutepunkt, gravearbeid eller programvareoppdatering som medfører nedetid i transportnetta.
	Uvær og mindre naturhendingar	«Normalt» uvær og mindre naturhendingar som fører til straumbrot, fiberbrot og/eller fiberfeil.
Krise	Ekstremvær og andre ekstraordinære hendingar forårsaka av natur eller menneske	Ekstremvær som fører til omfattande straumbrot, fiberbrot og/eller fiberfeil, eller ekstraordinære hendingar som større skred, storflaum, brannar, flaumbølger og liknande.
	Sabotasjeåtak mot kritisk ekominfrastruktur	Åtak mot transmisjonsknutepunkt eller andre nodar med kritisk digitalt utstyr, som følge av politiske motiv og evt. uroleg geopolitisk situasjon. Kan utførast med eksplosiv som vert planta, køyrd inn med bil og liknande.
Krig eller tilløp til krig	Statleg sabotasjeåtak mot kritisk ekominfrastruktur	Åtak utført av framand nasjon mot kritisk ekominfrastruktur i innleiande krigsfase. Kan utførast på ulike måtar, til dømes med eksplosiv eller elektromagnetiske våpen.
	Massive målretta åtak mot kritisk ekominfrastruktur	Utført av framand nasjon med dronar, missil, EMP eller andre våpen.

Tabell 4: Oversikt over scenario på ulike risikoområde, med utgangspunkt i situasjonstilstandane fred, krise og krig

<sup>38</sup> Scenarioa under fred er basert på statistikk over hendingar som har ført til betydelege utfall dei siste åra. Scenarioa under krise og krig er basert på hendingar som kan ha spesielt stor skadeverknad (konsekvens), og som pr. definisjon krev at ein er i ein annan situasjonstilstand enn «normal» fred for å materialisere seg.

### 7.10.2 Sårbarheitskategoriar

Det er gjennom kartlegginga og analysen identifisert i alt 34 sårbarheiter for ekomnetta i Innlandet og Buskerud. Som gjennomgått i dette kapittelet er sårbarheitene fordelt på følgende kategoriar:



Figur 35: Kategoriar av identifiserte sårbarheiter

*Merk: Detaljert liste over sårbarheiter er av tryggingssyn ikkje tatt med i denne offentlege versjonen av rapporten.*

### 7.10.3 Risikovurdering for *utilsikta hendingar*:

Fleire av dei påfølgande risikovurderingane er hefta med ulik grad av uvisse. Desse må ein halde saman med vurderingane av sannsyn og konsekvens for eit mest mogeleg riktig risikobilete. Uvissa blir vurdert som lågare dersom fleire aktørar har meldt om eller anerkjenner den same sårbarheita, og dersom også andre informasjonskjelder underbygger risikovurderinga.

Risikovurderinga av *utilsikta hendingar* bygger på ei samla vurdering av sannsyn og konsekvens. Begge faktorane er vurdert på ein skala frå 1-4. Sannsynsverdiane angir intervall i eit 5-årsperspektiv, og er nærmare skildra under. Konsekvensverdiane 3 og 4 angir høvesvis moderate og store samfunnsmessige konsekvensar. Verdiane 1 og 2 angir høvesvis svært liten og liten samfunnsmessige konsekvens. Dei ulike risikovurderingane er angitt med ei uvisse på ein skala frå 1 til 4, der 1 indikerer lita uvisse i vurderinga og 4 indikerer stor uvisse.

		Sannsyn			
		1	2	3	4
Konsekvens	1		H6	H3 H12	H1 H2
	2	H5		H11	H7
	3				H9 H8 H4
	4	H10			

Figur 36: Risikovurdering av utilsikta hendinger i ekominfrastrukturen i Innlandet og Buskerud. Hendingane er nummererte H1 til H12.

Merk: Detaljert innhald i hendingar og sårbarheiter er av tryggingssyn ikkje tatt med i denne offentlege versjonen av rapporten.

#### Sannsynsvurdering:

- Verdien 1 angir < 25 % sannsyn for at utfall skjer i eit 5-årsperspektiv
- Verdien 2 angir 25-49 % sannsyn for at utfall skjer i eit 5-årsperspektiv
- Verdien 3 angir 50-74 % sannsyn for at utfall skjer i eit 5-årsperspektiv
- Verdien 4 angir 75-100 % sannsyn for at utfall skjer i eit 5-årsperspektiv

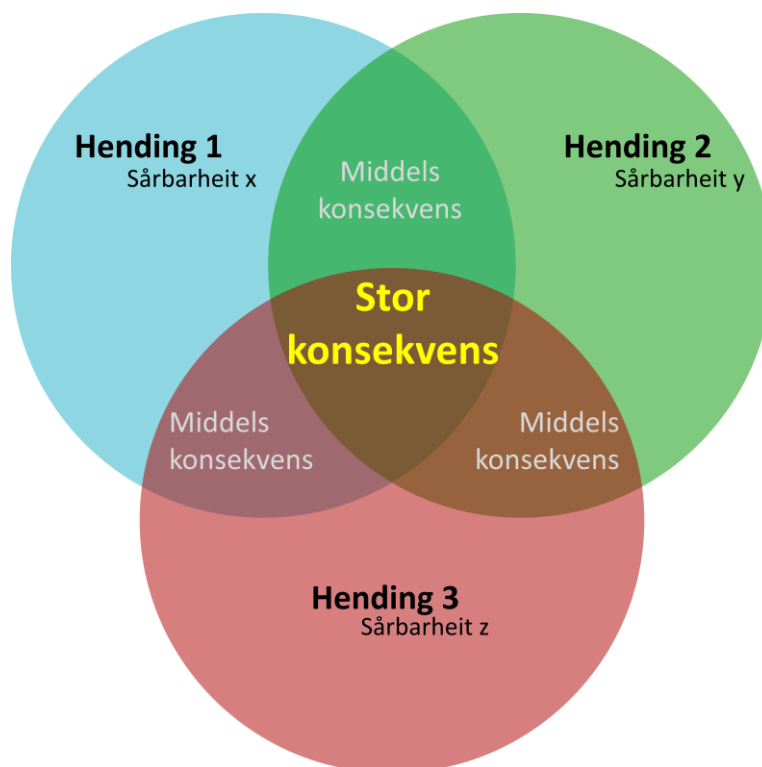
#### Konsekvensvurdering:

- Verdien 4 angir svært store samfunnsmessige konsekvensar
- Verdien 3 angir store samfunnsmessige konsekvensar
- Verdien 2 angir låge til moderate samfunnsmessige konsekvensar
- Verdien 1 angir svært låge/ubetydelege samfunnsmessige konsekvensar

#### Uvissevurdering:

- Verdien 1 angir svært lita uvisse
- Verdien 2 angir lita uvisse
- Verdien 3 angir moderat uvisse
- Verdien 4 angir stor uvisse

Dersom kombinasjonar av feil eller hendingar skjer samtidig på fleire lokasjonar i ekomnetta kan konsekvensane bli større, som illustrert i figuren under.

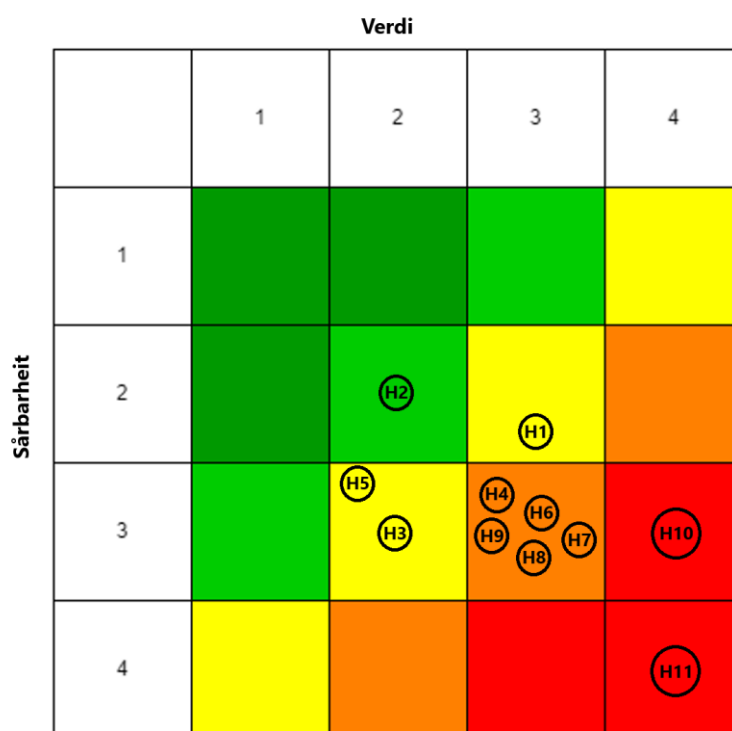


Figur 37: Illustrasjon av korleis hendingar/feil som skjer samtidig får ein samansett effekt. Dette kan vere hendingar som følger av ulike sårbarheiter på ulike fysiske lokasjonar og/eller i forskjellige delar av eit logisk system.

#### 7.10.4 Verdi- og sårbarheitsvurdering - tilsikta hendingar

Vi har vurdert potensielle og relevante hendingar der aktuelle sårbarheiter blir utnytta. Hendingane legg til grunn at det allereie er ein uroleg geopolitisk situasjon som forverrar faren for sabotasje/terror, tilløp til krig eller at det allereie er krig. Dei tilsikta hendingane er som tidlegare nemnt vurdert ut frå eit verdi- og sårbarheitsperspektiv. Det vil seie at sannsynet for tilsikta hendingar ikkje er eksplisitt vurdert. Dette er blant anna drøfta i FFI sin rapport «Tilnærmingar til risikovurderingar for tilsiktede uønskede handlinger»<sup>39</sup> (2015).

<sup>39</sup> <https://www.ffi.no/publikasjoner/arkiv/tilnaerminger-til-risikovurderinger-for-tilsiktede-uonskede-handlinger>



Figur 38: Mapping av skadepotensial ut frå verdi- og sårbarheitsvurdering – tilsikta hendingar. Hendingane er nummererte H1 til H11.

Merk: Detaljert innhald i hendingar og sårbarheiter er av tryggingsomsyn ikkje tatt med i denne offentlege versjonen av rapporten.

Som for utilsikta hendingar vil også *samtidige* tilfelle av tilsikta hendingar kunne medføre betydeleg større utfall og konsekvensar enn dei enkeltvise hendingane kvar for seg.

## 8 Målbilete for Innlandet og Buskerud

### 8.1 Målbilete

I Nkom-rapporten «Robuste transmisjonsnett for Norge mot 2030 – Målbilder og virkemidler» (2022), vert det sett opp målbilete for robustheita i den nasjonale fiberinfrastrukturen. Rapporten kompletterer Nkoms rapport «Robuste og sikre nasjonale transportnett – målbilder og sårbarhetsreducerende tiltak» (2017). Målbileta i desse rapportane synleggjer ambisjonsnivået på nasjonalt nivå, og danner eit viktig grunnlag for dei regionale risiko- og sårbarheitsvurderingane, som denne for Innlandet og Buskerud.

Målbileta skildrar ein tilstand med eit godt tilbod av transportnett med høg tilgjengelegheit i heile landet. Dette inneber at kvart enkelt transportnett har god redundans, er teknisk og driftsmessig uavhengig av andre transportnett (autonomt), og nyttar fysiske traséar som i stor grad er skild frå andre transportnett.

Kva som er tilstrekkeleg separasjon vil avhenge av risikoen ein står overfor eller type hending, og dessutan geografiske forhold i det aktuelle området.

Dei regionale analysane og påfølgande tiltak skal bidra til å styrke robustheita i transportnetta i tråd med dei nasjonale målbileta, med eit særskilt fokus på spesifikke og konkrete utfordringar i regionen. Med bakgrunn i dei overordna målbileta<sup>40</sup>, har Nkom definert følgande regionspesifikke målbilete for Innlandet og Buskerud (merk at nummerering av målbileta ikkje er den same som i rapporten «Robuste transmisjonsnett for Norge mot 2030»):

- **Målbilete 1: Fire gjennomgåande fibertraséar for transportnetta gjennom Innlandet og Buskerud**  
For å oppnå målbilete 1 skal det vere minst fire fysisk skilde fibertraséar gjennom regionen, og tilbydarar av autonome landsdekkande transportnett har redundans fordelt på tre av desse (altså ulike fysiske traséar som ikkje er nærføringar).
- **Målbilete 2: Knutepunkt i transportnetta har god spreiiing og sterk fysisk sikring**  
Nodehus, nodebuer, landtak og andre knutepunkt i transportnetta har god geografisk spreiiing. Sentrale knutepunkt som vert nytta av fleire transportnett skal ha sterk fysisk sikring.
- **Målbilete 3: Robust tilkopling til ekomnett i alle tettstader**  
Kvar ekomtilbydar skal tilby redundans over minst tre fysisk skilde traséar mellom større tettstader med 60.000 eller fleire innbyggjarar. Innlandet har ingen tettstader i denne kategorien, medan i Buskerud har Drammen nærmare 125.000<sup>41</sup> innbyggjarar. Inn til tettstader som har mellom 200 og 60.000 innbyggjarar skal kvar tilbydar ha minst to fysisk skilde føringsvegar for å vere i samsvar med målbiletet.
- **Målbilete 4: Robust transmisjon til kommunesenter**  
Minst to autonome transportnett for minst to mobiltilbydarar som dekker alle kommunesenter eller lokasjonar for kriseleiing.

Føresetnaden for målbilete 1 er at det gjennom heile Innlandet og Buskerud, frå sør til nord er fire robuste og geografisk uavhengige fibertraséar som kan nyttast av dei landsdekkande tilbydarane. Dette vil vere i tråd med dei overordna målsetningane om fire ulike traséar i rapporten «Robuste transmisjonsnett for Norge mot 2030». Tilgang på fleire tverrsamband mellom dei langsgåande traséane vil styrke redundansen og robustheita i transportnetta ytterlegare.

Målbilete 2 fokuserer på geografisk spreiiing av sentrale knutepunkt og traséar der mykje infrastruktur er samla og som mange aktørar nyttar. Dette vil redusere konsekvensen av hendingar på éin enkelt lokasjon. Det vil avhjelpe sårbarheita knytt til enkeltlokasjonar dersom ein spreier sentrale transportnettfunksjonar

---

<sup>40</sup> <https://nkom.no/rappporter-og-dokumenter/robuste-transmisjonsnett-for-norge-mot-2030>

<sup>41</sup> <https://www.ssb.no/befolkning/folketall/statistikk/tettsteders-befolkning-og-areal>

på fleire lokasjonar. Det gir større redundans. Forsterka fysisk sikring vil redusere sannsynet for visse typar feil på stader der ein ikkje så lett kan splitte opp og skilje knutepunkt eller traséar.

Oppfylling av målbilete 3 vert kartlagt gjennom Nkom si oppfølging av rapporten «Robuste transmisjonsnett for Norge mot 2030 - Målbilder og virkemidler» (2022), basert på nasjonale ekomtilbydarar si eigenrapportering til Nkom. Dei siste tala er frå rapportering i 2023, og dei skal oppdaterast igjen i 2025.

Målbilete 4 fokuserer på sårbarheita ved at det fleire stader er berre eitt transportnett som leverer transmisjon til alle mobiltilbydarane i området. To uavhengige transportnett til minst to mobiltilbydarar vil hjelpe mykje på denne sårbarheita, og gjere det meir truleg at naudnummer og prioritetsabonnement for mobil vil fungere sjølv ved utfall i eitt av transportnetta. Som uttalt i programmet for forsterka ekom er det viktig å prioritere mobildekning til kriseleiinga i kommunane. I målbilete 4 ligg det derfor ein ambisjon om minst to autonome transportnett til minst to mobiltilbydarar som dekker alle kommunesenter eller lokasjonar for kriseleiing. Ideelt vert dekninga til desse lokasjonane gitt frå basestasjonar som er geografisk spreidde.

## 8.2 Status for målbilete 1

Det er i dag fire større autonome<sup>42</sup> tilbydarar av transportnett i Sør-Noreg: GlobalConnect, Lyse Tele/Altibox, Telenor og Telia. Kombinert har dei til saman fleire enn fire ulike føringsvegar for transportnett gjennom Innlandet og Buskerud frå Oslo mot resten av landet. Kvar tilbydar nyttar også tre eller fleire av desse. Samtidig er reell ende-til-ende-redundans også avhengig av korleis føringsvegane terminerer i kvar ende, som omtalt i målbilete 2.

## 8.3 Status for målbilete 2

Nkom har kartlagt at det finst ei rekke nærføringar for fiberkablar og nærlokasjonar for sentrale punkt i ekomnetta i Innlandet og Buskerud som gir svak fysisk diversitet og dermed utgjer sårbarheiter i netta. Ein kan redusere sårbarheitene ved å spreie infrastrukturen, til dømes ved å etablere nye føringsvegar og nye knutepunkt. Alternativt kan ein styrke den fysiske sikringa på dei eksisterande knutepunkta ytterlegare. Ein kombinasjon av slike tiltak kan også gjere nytten.

---

<sup>42</sup> Med autonomt transportnett legg vi til grunn tydinga i Nkoms rapport om robuste transmisjonsnett for Norge mot 2030: «Autonomt ekomnett er et nett som er uavhengig av andre ekomnett.

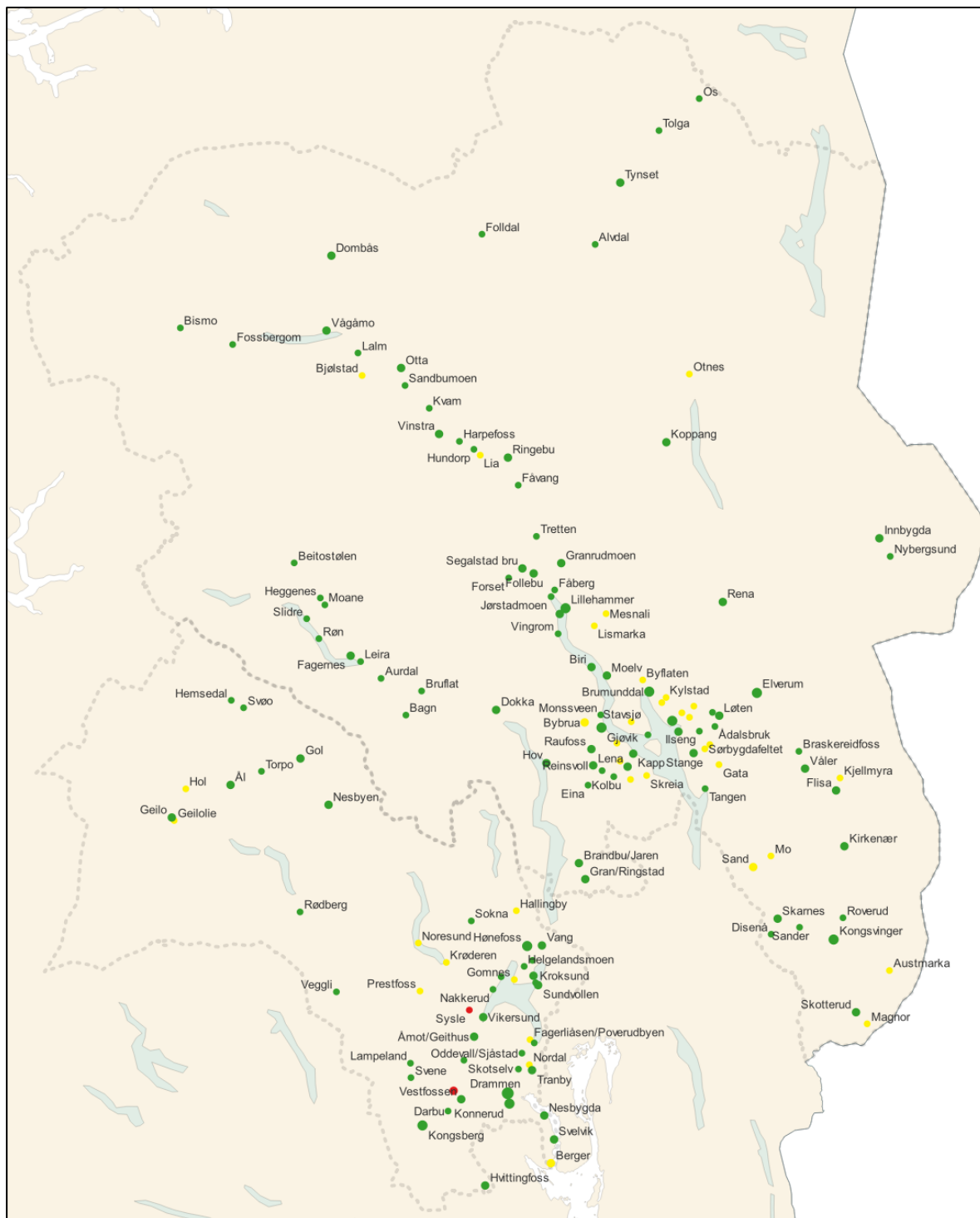
Typiske egenskaper:

- Det autonome nettet skal ikke bli påvirket av en intern hendelse i et annet ekomnett
- Programvare, utstyr og elektronikk i det autonome nettet er på alle nivå uavhengig av andre ekomnett
- Driftssenter og driftssenterfunksjonalitet er uavhengig av andre ekomnett

Passiv infrastruktur, f.eks. rør, master, hytter, mørk fiber, fra en annen tilbyder kan benyttes for å realisere et autonomt nett.»



## 8.4 Status for målbilete 3



Figur 39: Status for målbilete 3 – Føringsvegar for transportnett til tettstader i Innlandet og Buskerud for dei største aktørane sett under eitt

Grøn farge på punkta i kartet over indikerer at minst éin nasjonal aktør er i samsvar med målbilete 3 på merka tettstad. Gult punkt indikerer at ingen av aktørane er heilt i samsvar med målbiletet (det manglar éin føringsveg til tettstaden). I tettstader merka med raud farge er det ikkje rapportert at transportnett er terminert i det heile eller at det manglar informasjon. Statusane er basert på eigenrapportering frå tilbydarane til Nkom sommaren 2023.

Som ein ser av kartet så er status for dette målbiletet god for dei største tettstadane, som Drammen, Hønefoss, Kongsberg, Gjøvik, Hamar, Elverum, Lillehammer og Kongsvinger, og mange mellomstore og små tettstader. Eit 30-tals mindre tettstader er ikkje i samsvar med målbiletet (gul og raud markering).

## 8.5 Status for målbilete 4

Nkom har identifisert fleire kommunar der det er berre éin transportnettleverandør til alle mobilnetta i delar av kommunen. På grunn av mangelfullt datagrunnlag må det gjerast vidare undersøkingar for å komplettere kommuneoversikta og verifisere dei faktiske områda dette gjeld.

## 9 Aktuelle tiltak

### 9.1 Innleiing

Gjennom dialog med aktørane og annan informasjonssinnhenting har Nkom identifisert sårbarheiter og sårbarheitsreducerande tiltak for ekomnetta i Innlandet og Buskerud. Tiltaksområda dekker tilhøve i aktørane sin eigen infrastruktur og i omkringliggende miljø. Målbileta i kapittel 8 ligg til grunn for vurderingane.

Forslaga til tiltak som følger av Nkom sin analyse er meint å gi grunnlag for vidare konkretisering og avgjerd om gjennomføring av tiltak. Tiltaksoppfølginga ligg utanfor ramma for denne rapporten.

Det er også viktig for Nkom å få fram at sjølv med utbygging av meir og betre forsterkingar i ekominfrastrukturen så vil ein truleg aldri koma dit at det ikkje skjer både større og mindre utfall av ekomtenester. Derfor må alle som er avhengig av å nytte ekom, både i det daglege og i meir kritiske situasjonar, også sjølv ta eit ansvar for sin eigenberedskap. Vi vil derfor i avslutninga også nemne nokre viktige råd å vurdere for den enkelte brukar og verksemd.

## 9.2 Overordna vurdering av tiltak

Nkom har samanstilt og prioritert alle tiltaka som er identifisert. Nokre av tiltaka er det naturleg at tilbydarane utfører på eige initiativ. Ei nærmare vurdering av kva tiltak som kan og skal setjast i verk med utgangspunkt i ekomlova § 3-1 om tryggleik og beredskap blir gjort i etterkant av at denne rapporten er lagt fram.

### 9.2.1 Ekomlova § 3-1 om tryggleik og beredskap

Ekomlova § 3-1 første ledd slår fast at tilbydarar skal tilby elektronisk kommunikasjonsnett og -teneste med forsvarleg tryggleik for brukarane i fred, krise og krig (bokstav a), at dei skal oppretthalde forsvarleg beredskap (bokstav b), og sikre forsvarleg vern av kommunikasjon og data (bokstav c).

Ved vurdering av om tryggleiken er forsvarleg, skal ein etter andre ledd legge vekt evna til å motstå hendingar som medfører eller kan medføre brot på tilgjengelegheit (at ein kan få tilgang på dei), autentisitet (at kommunikasjon og data er opphavleg og ekte), integritet (at kommunikasjon og data er fullstendig, nøyaktig og gyldig, altså ikkje endra av uvedkomande) eller konfidensialitet (at uvedkomande ikkje får tilgang til kommunikasjon og data). Ved vurderinga skal ein også ta omsyn til mellom anna beste tilgjengelege tekniske løysing, tiltaka sin kostnad og nytteverdi, nettet eller tenesta si betydning og anerkjende standardar. Forsvarleg tryggleik er ein rettsleg standard som endrar seg over tid basert på utviklinga i marknad, teknologi og samfunn, og vil også kunne stille seg ulik for det enkelte selskap basert på risiko- og sårbarheitsanalysar, og trusselbiletet som gjeld til ei kvar tid.<sup>43</sup> Det følger også eit *samhøvekrav* frå forvaltningsretten. Det er tilbydaren sitt ansvar at tenestene som blir tilbydde held eit forsvarleg tryggleiksnivå, også i tilfelle av nettsamanbrot eller force majeure-hendingar. Etter § 3-1 femte ledd andre punktum skal tilbydar sjølv bere kostnaden for slike tryggleikstiltak, og departementet kan treffe enkeltvedtak for å sikre gjennomføringa av slike tiltak. Krav til tryggleik og beredskap er ytterlegare spesifisert i ekomforskrifta kapittel 2.

Ekomlova § 3-1 sjette ledd slår fast at myndigheita kan treffe enkeltvedtak eller inngå avtale om at tilbydar skal gjennomføre tiltak for å sikre at nasjonale behov for tryggleik, beredskap og funksjonalitet i elektronisk kommunikasjonsnett og -teneste, utover det som følger av første ledd, vert oppfylt. Meirkostnader som tilbydar har ved levering av slike tiltak skal kompenseras av staten med basis i fyllestgjerande dokumentasjon som blir lagt fram av tilbydar. Dette gir myndigheitene kompetanse til å sikre at nasjonale behov for elektronisk kommunikasjonstryggleik vert oppfylt, ut over det den enkelte tilbydar sjølv er ansvarleg for.

### 9.2.2 Ekomforskrifta § 2-5 om beredskapsplanlegging og øvingar

Etter ekomforskrifta § 2-5 skal tilbydarar utarbeide og vedlikehalde beredskapsplanar og gjennomføre tiltak for å oppretthalde forsvarleg tryggleik i eige nett. Til dette kan ein også peike på ekomlova § 3-1

---

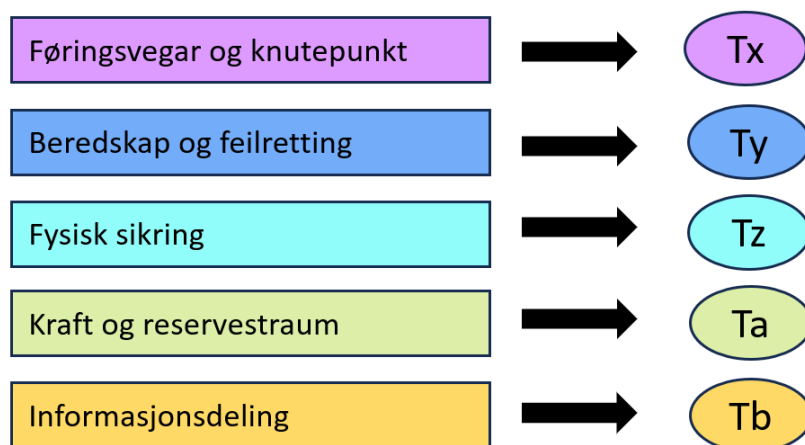
<sup>43</sup> Prop. 93 LS (2023-2024) Lov om elektronisk kommunikasjon (ekomlova), merknad til § 3-1 på side 274

tredje ledd, som stiller krav til at tilbydar skal førebygge og minimere verknadane av tryggleikshendingar og sikre rask gjenoppretting. Sårbarheitene som er skildra i kapittel 7 illustrerer at beredskapstiltak spelar ei viktig rolle for å oppretthalde tilgjengelegheita til tenester, og i å avgrense kor lenge utfalla varar. Robustheit, eller sårbarheitsreducerande tiltak, kan byggast inn i dei ulike laga i ekominfrastrukturen, men garanterer ikkje førebygging av alle utfall. Det er derfor behov for førehandsetablerte beredskapstiltak som kan setjast inn når utfall har oppstått, til dømes feilrettingskapasitet eller reservestraum på viktige nodepunkt.

### 9.3 Oppsummering og prioritering av tiltak

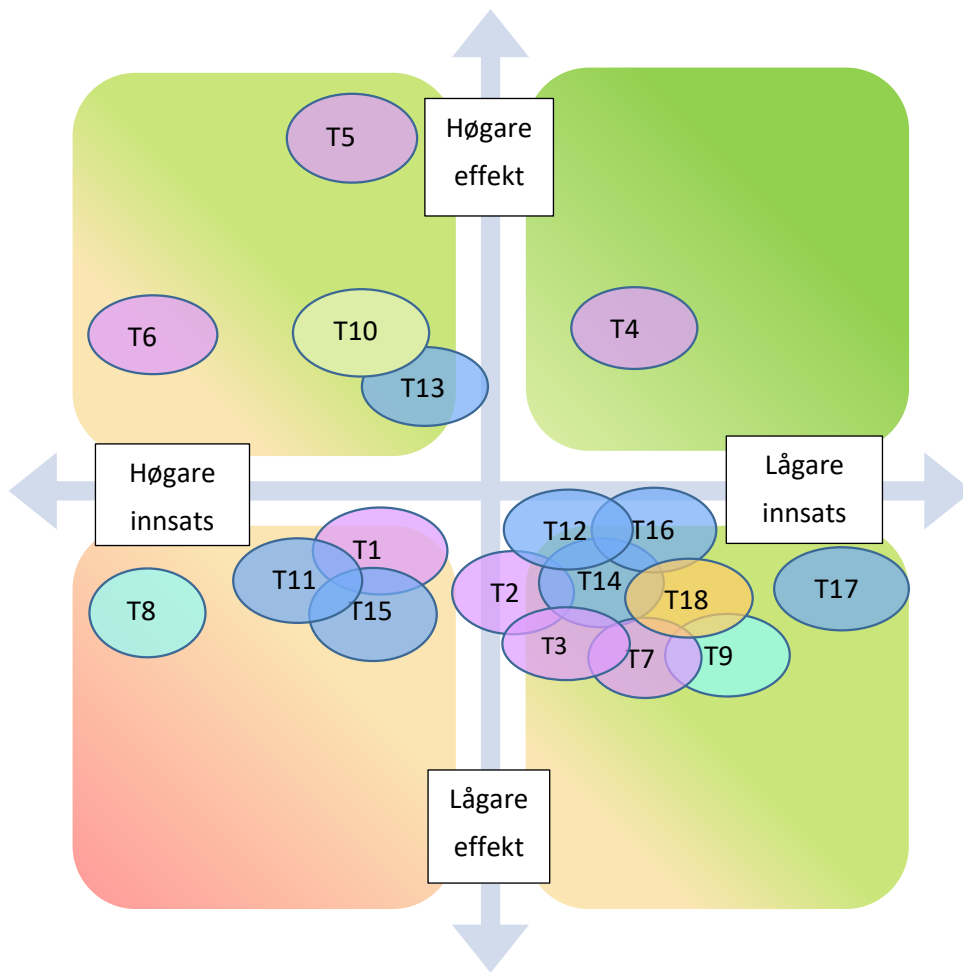
Nkom har identifisert og foreslår 18 ulike tiltak som vil redusere sårbarheiter og risiko for utfall i Innlandet og Buskerud. Tiltaka er vurdert med utgangspunkt i status for målbileta for regionen og ut frå kor stor sårbarheits- og risikoreducerande effekt tiltaka har. Det er også tatt omsyn til kor stor innsats som vil krevjast i høve til kostnadane med tiltaket.

Tiltaka er prioritert ut frå kost/nytte-vurdering og gitt anten høg, middels eller lågare prioritet. Det må gjerast nærmare vurdering av tiltaka før det vert avgjort kva tiltak som skal gjennomførast og korleis det skal gjerast. Nkom vil gjennom dialog med tilbydarane avklare oppfølging av tiltaka.



Figur 40: Hovudkategoriar for foreslåtte tiltak, med kategorifargar lik som i figuren under.

*Merk: Detaljert tiltaksoversikt er av tryggingsomsyn ikkje tatt med i denne offentlege versjonen av rapporten.*



Figur 41: Kost/nytte-vurdering av tiltak. Tiltaka er nummererte T1 – T18.

Diagrammet over syner ei vurdering av kost/nytte, definert som innsats/effekt. Med «innsats» meiner vi finansielle middel og/eller prosessomfang for å få realisert tiltaka. Med «effekt» meiner vi eit tiltak si evne til å redusere sårbarheiter for relevante objekt og funksjonar i ekomnetta, der også verdien av desse er tatt omsyn til.

I den prioriteringa av tiltaka er det lagt vekt på kost/nytte-vurderinga som vist over. Enkelte tiltak vil vere rimelege å legge fram og diskutere med aktørane med forventning om at dei sjølve tar tak i dei. Nokre tiltak kan falle inn under ekomlova § 3-1 første ledd, jf. femte ledd, medan andre meir klart ligg under sjettonde ledd i den same paragrafen, altså at det vil vere aktuelt for myndigheita å dekke meirkostnader for aktørane utover det dei rimeleg pliktar under første ledd. Nkom sine vurderingar har tatt omsyn til og rangert høgare dei tiltaka som vi vurderer vil krevje ein lågare innsats for meir eller mindre same nytteverdien.

Det vidare tiltaksarbeidet vert følgd opp av Nkom i ein påfølgande prosess etter denne risiko- og sårbarheitsvurderinga.

## 9.4 Råd til eigenberedskap

Sjølv med stadig utbygging og forsterking av ekomnetta så vil det kunne oppstå situasjonar som gjer at privatpersonar, verksemder og offentlege instansar mister tilgang til ekomtenester som dei er meir eller mindre avhengige av. Det er derfor viktig at alle brukarar av ekom også tar ansvar for eigen beredskap.

Nkom har ved fleire høve hatt ute nyheitsartiklar og drive annan opinionspåverknad for å gjere befolkninga og storsamfunnet merksame på dette.

### Råd for eigenberedskap for privatpersonar, verksemder og offentlege instansar:

1. **Reservestraum** - Sørg for å ha tilgang til reservestraum om det skulle oppstå straumbrot: Lad opp mobiltelefon, bærbar datamaskin, powerbank og elbil, og fyll tanken på køyretøy som går på fossilt drivstoff. Verksemder og offentlege instansar bør ha tilrettelagde, profesjonelle løysingar for reservekraft med batteribackup og eventuelt aggregat til ekomannlegg og terminalar.
2. **Tilbyrdiversitet** - Vurder abonnement hos ulike mobiloperatørar - så mister ikkje alle i husstanden/verksemda dekninga dersom det oppstår feil i eitt av mobilnetta. Mange mobiltelefonar og breibandsruterar kan nytte to eller fleire SIM-kort/eSIM, som gir tilgang til to eller alle tre mobilnetta. Kritiske samfunnsaktørar kan søke om prioritetsabonnement til mobil.
3. **Naudkommunikasjon** - Naudnummer vil fungere så lenge éin ekomoperatør framleis har dekning. Kritiske samfunnsaktørar bør sikre seg med alternative kommunikasjonsteknologiar over satellitt og radio. Ha tilgang til DAB-beredskapsradio på batteri.
4. **Alternative og uavhengige tilgangar** - Hugs at du kan bruke wifi på mobil til å ringe dersom mobilnettlet er nede. Dersom straumen er slått ut, men fibernettet framleis er oppe, kan ein kople ruter og modem til UPS-eining eller annan ladbar straumstasjon slik at breibands- og internettilgang framleis fungerer. Breibandstilkopling via lavbanesatellitt er i dag tilgjengeleg og oppnåeleg prisa for dei fleste med behov for alternativ utover landbaserte mobilnett og kabla nett.
5. **Orienter deg om forsterka ekom** - Kommunar med forsterka ekom er sikra inntil tre døgn med reservestraum til utpeikte basestasjonar rundt rådhus/kommunesenter. Der vil kommunens administrasjon og kriseleiing kunne kommunisere internt og eksternt, og befolkninga kan dra dit om dei har mista mobildekninga der dei bur og treng midlertidig dekning for viktig kommunikasjon.

## 10 Vedlegg

### Vedlegg 1: Forklaring av omgrep

Omgrep (alfabetisk rekkefølge)	Forklaring på korleis brukt/meint denne analysen
Diversitet/framføringsdiversitet	Fysisk separerte og uavhengige forbindelsar som gjer det mogeleg for trafikk å gå ulike ruter til eit termineringspunkt. Omgrepet slektar nært på <i>redundans</i> og kan bidra til å redusere sårbarheita for utfall.
Forbindelse/samband	Generell nemning på fysisk og/eller logisk forbindelse mellom to nodepunkt for ekomtrafikk som kan gå over ulike traséar
GIS	Geographic Information System. Eit geografisk informasjonssystem er eit digitalt databasesystem for handsaming av plassbestemt informasjon i eit anvendeleg format (typisk kart). Datahandsaminga kan omfatte registrering, modellering, manipulering, analyse, import/eksport og presentasjon. (Wikipedia).
IP/MPLS	Forkorting for Internet Protocol / MultiProtocol Label Switching. Ein rutingteknologi som styrer datatrafikk mellom ruterar på ulike fysiske lokasjonar ved hjelp av etikettar (labels) knytt til dataene.
Knutepunkt	Eit fysisk punkt der fleire aktørar sine fiberkablur møtest/vert skøyta saman før dei anten vert terminert eller går vidare til eit nytt punkt
Korridor	Ei samling av traséar som går i rimeleg nærleik til einannan, med maksimum nokre få kilometer separasjon. Traséane kan bere trafikk for ein og same operatør, eller fleire operatørar.
Kryssing	Ein fiberkabel som kryssar ein annan fiberkabel som elles går for seg sjølv
Landtak	Stad der sjøfiberkabel kjem i land, blir sikra/festa og vidare skøyta til landkabel. Blir som regel avslutta i ein kum og kan også bli vidareført til ei nodehytte med linjeutstyr og optisk forsterkar.
Nodepunkt	Eit logisk punkt i eit nettverk som vidareformidlar/gjer om eller aggregere trafikk oppover eller nedover i eit nettverk

Nærføring	Fiberkablur innafor same korridor med liten fysisk separasjon, typisk 1-10 meter. Aukar sårbarheita for samtidige brot frå ein ytre fysisk påverknad, til dømes ras, gravearbeid eller brann.
OSI (som i OSI-lag i OSI-modellen)	Open Systems Interconnection. OSI-modellen er ein referansemodell for datakommunikasjon. Den er definert av den internasjonale standardiseringsorganisasjonen ISO. Modellen deler datakommunikasjonen inn i sju lag. (Wikipedia)
Redundans	Ekstra føringsvegar som gir alternative ruter for trafikk dersom ein føringsveg går ned. Det er ein fordel at slike alternative føringsvegar har god nok fysisk separasjon/diversitet seg imellom. Sjå <i>diversitet</i> .
Situasjonstilstand	Her brukt for å skildre kva overordna tilstand samfunns-tryggleiken er på krisespennet mellom fred, krise og krig.
SPOF	«Single Point Of Failure». Uttrykk for eit punkt/del av eit system som aleine stoppar den grunnleggande funksjonen til eit større system dersom det oppstår feil i det aktuelle punktet/delen.
Sårbarheit	Uttrykk for dei problema eit system får med å fungere når det vert utsett for ei uønskt hending, og dei problema systemet får med å ta opp igjen verksemda etter at hendinga har skjedd. <sup>44</sup>
Terminering/termineringspunkt	Generell nemning for både fysiske og logiske lokasjonar i nettverk der trafikk blir mottatt og evt. vidaresendt. Døme på termineringspunkt er staden der ein sjøfiberkabel kjem i land og blir vidarekøyta i ein kum ved eit landtak.
Trasé	Samleomgrep for passiv infrastruktur som vert nytta for framføring av fiberkablur, og som dannar ein fysisk avgrensa og definert veg. Består som regel av fleire røyr, kulvertar, kummar, grøfter og/eller stolpar. Traséar kan vere både nedgravne eller strokne i lufta, til dømes langs kraftlinjer. Sjå også <i>korridor</i> .
Tverrforbindelse/-samband	Fysisk forbindelse mellom to hovudtraséar som gjer det mogeleg å rute om trafikk mellom hovudtraséane.

<sup>44</sup> NOU 2000: 24 «Et sårbart samfunn – Utfordringer for sikkerhets- og beredskapsarbeidet i samfunnet» (omsett til nynorsk)



## **11 Bilete, figurar og kjelder**

Alle bilete, kart og figurar der det ikkje er oppgitt andre kjelder er Nkoms egne. Fleire bilete er tatt av tilsette i Nkom under synfaring i Innlandet og Buskerud i september 2024. Biletet på framsida av rapporten er tatt av Vidar Skartveit, Nkom.