

Krav til statsstøttede trådløse bredbåndsaksessnett

Utgave nr. 1
3. mars 2020

Utkast

Sammendrag

Denne rapporten gir en teknisk beskrivelse av utvalgte trådløse nett (inkludert mobilnett). Den sier noe om hvilke hastigheter det er mulig å oppnå for de forskjellige teknologiene, og den forventede utviklingen innenfor et treårs perspektiv. I trådløse nett vil ytelsen være avhengig av antall samtidige brukere, tilgjengelig frekvensressurser og lokale dekningsforhold. Rapporten vil si noe om hvordan kommuner og fylkeskommuner (heretter prosjekteier) kan sikre at ytelsen og stabiliteten opprettholdes for trådløse teknologier som gir bredbåndsaksess.

I løpet av de siste årene har det kommet flere løsninger basert på trådløse nett som tilbyr bredbåndprodukter med nedlastingshastigheter opptil 100 Mbit/s. Telenor har lansert produktet 'Hjemmebredbånd Mobil' som skal levere fast trådløs tilknytning i mobilnettene, og bigblu Norge (tidligere breiband.no) og en rekke andre aktører tilbyr dedikerte trådløse nett for å levere høyhastighets bredbånd til et avgrenset antall kunder. Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom) observerer også at store aktører på det globale markedet, som Starlink¹ og OneWeb² planlegger å bygge ut lavbanesatellittsystemer (LEO) som etter hvert vil tilby bredbånd med høye båndbredder, global dekning og til antatt konkurransedyktig pris.

Fra 2018 har Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD) i retningslinjene for den statlige støtteordningen til utbygging av bredbånd krevd at det bare skal gis støtte til infrastruktur som kan kategoriseres som Neste Generasjons Aksessnett («NGA»). Det foreligger ingen offisiell definisjon eller spesifisering av hvilke krav ulike trådløse NGA-nett må tilfredsstille. Rapporten gir derfor nasjonale krav til trådløse NGA-nett som skal bistå både tilbydere, kommuner og fylkeskommuner i arbeidet med å:

- Vurdere om løsninger basert på trådløse nett vil kunne benyttes – helt eller delvis - i prosjekter hvor det er gitt offentlig støtte til utbyggingen.
- Vurdere om eksisterende eller planlagte bredbånd basert på trådløse nett vil medføre at det ikke kan gis offentlig støtte til andre prosjekter i det samme geografiske område.

¹ <https://www.starlink.com/>

² <https://www.oneweb.world/>

#	Nasjonale NGA-krav	Krav som opprettholder kvalitetsnivå over tid	
Krav 1	Tilbyder skal i sitt trådløse NGA-nettverk kunne levere nettverksytelse som gir hver sluttbruker minst 30 Mbit/s nedlastingshastighet og minst 5 Mbit/s opplastingshastighet når brukeren benytter tjenesten. For den enkelte bruker kan likevel levert hastighet være mindre enn disse minimumshastighetene i inntil 10% av tiden innenfor travel time ¹³ .	Utbyggingskontrakter skal (iht. krav 1) inneholde en forpliktelse om at tilbyder skal kunne måle og dokumentere hastighet på internettilknytningen i sluttbrukerens hjemmenett over tid.	
Krav 2	Tilbyder skal sikre at bredbåndstilbud over trådløse nett kan levere så god tjenestekvalitet at det også kan brukes til tidskritiske applikasjoner som tale og videokonferanse. Spillapplikasjoner som har særlig strenge krav til forsinkelse, er det derimot ikke et krav at tjenesten skal være egnet for.	Utbyggingskontrakter skal (iht. krav 2) inneholde en forpliktelse om at tilbyder overvåker IP-nettet og kunne dokumentere at kvalitetsparameter overholder nivåer som tillater tidskritiske applikasjoner fra og til sluttbruker.	a. Pakketap (< 2%),
			b. Tidsforsinkelse ende-til-ende (< 300 ms)
Krav 3	Tilbyder av trådløse nett skal overvåke trafikk i både radioaksessnett og kjernenett for å kunne iverksette tiltak for å unngå redusert tjenestekvalitet hos sluttkunden.	Utbyggingskontrakter skal for løsninger i mobilnettet (iht. krav 3) inneholde en forpliktelse om at tilbyder selv skal initiere tiltak (f.eks. utvide eksisterende stasjoner med flere frekvensbånd eller bygge nye basestasjon) hvis den totale kapasitetsutnyttelsen i form av total båndbredde tilgjengelig på basestasjonen(e) overstiger 70 prosent i lengre perioder av døgnet. Det må tas ekstra hensyn til forhold som kan endre seg over tid.	a) Sesongvariasjoner forårsaket av fritidsboliger.
			b) Økende trafikkbelastning fra abonnentene.

Innholdsfortegnelse

1	ESAs krav til statsstøttede trådløse nett	5
1.1	Innledning	5
1.2	Kostnadseffektiv utbygging	6
1.3	Anvendelse av begrepene NGA og VHCN: Nasjonalt og i EU/EØS	6
2	Bredbånd via trådløse nett	7
2.1	Innledning	7
2.2	Ytre faktorer som kan påvirke ytelsen	7
2.3	Dimensjonering av trådløse nett	8
2.4	Dedikerte trådløse nett	8
2.4.1	Radiolinje (punkt-til-punkt)	10
2.4.2	Radiolinje som en del av transportnett	11
2.5	Kommersielle mobilnett	11
2.5.1	Mobilt bredbånd (MBB)	12
2.5.2	Fast trådløs tilknytning i mobilnett	13
2.6	Satellitt	17
2.6.1	Geostasjonære satellittsystemer	17
2.6.2	Lavbane satellittsystemer	19
2.6.3	Status	19
2.6.4	Tjenester	21
3	Vurdering av nye og etablerte trådløse NGA-nett	22
3.1	Innledning	22
3.2	Kontraktsrettslige forhold	22
3.3	Hvordan sikre NGA-kvalitet i etablerte trådløse nett?	23
3.4	Hvordan sikre NGA-kvalitet i nye trådløse nett?	23
3.5	Brukerstyrte målinger	25
4	Nasjonale krav til statsstøttede trådløse nett	25
4.1	Nasjonale NGA-krav	25
4.2	Krav som sikrer en stabil leveranse i kontraktsperioden	26
4.3	Vurdering av NGA-egenskaper i eksisterende trådløse nett	27
4.4	Vurdering av NGA-egenskaper i nye trådløse nett	27
5	Samlet vurdering	27

Figurliste

Figur 1: Fri sikt mellom sender- og mottakerutstyr	9
Figur 2: Punkt-til-punkt og punkt-til-multipunkt system.....	10
Figur 3: Mobilt Bredbånd	12
Figur 4: Valg av basestasjon (RSRP betyr signalstyrke).....	14
Figur 5: Behov for ekstern antenne	15
Figur 6: Sesongvariasjoner kan påvirke kapasitet.....	16
Figur 7: Geostasjonære satellittsystemer.....	17
Figur 8: Forsinkelse i geostasjonære systemer	18
Figur 9: Lavbane satellittsystemer	20
Figur 10: Bruke eksisterende radionettverk til å levere NGA.....	23
Figur 11: Frekvensfordeling i dagens ressurser benyttet til offentlig mobilkommunikasjon.....	24

1 ESAs krav til statsstøttede trådløse nett

1.1 Innledning

Gjennom EØS-avtalen er Norge bundet av statsstøttereguleringen i EU/EØS-området. Bredbånd er et samfunnskritisk behov med stor politisk oppmerksomhet. Årlig gjøres store kommersielle investeringer, men det er også behov for offentlig støtte til utbygging av infrastruktur i områder hvor det ikke ligger til rette for utbygging på kommersielle vilkår.

For at statsstøtte til bredbåndsutbygging skal være lovlig, så foreligger et sett regler for offentlig støtte som må følges. Dette skyldes at statlig støtte til bredbåndsutbygging i utgangspunktet regnes som konkurransevridende, og er forbudt etter EØS-avtalens artikkel 61(1). Før statsstøtte kan gis i et område med grunnleggende bredbånd, så må det undersøkes i markedet om det foreligger et tilbud om høyhastighets bredbånd eller om det foreligger kommersielle planer for å bygge ut et slikt tilbud.

ESA har utarbeidet retningslinjer for statsstøtteregler i forhold til hurtig etablering av bredbåndnettverk³ (heretter ESAs retningslinjer). Disse må leses i sammenheng med Gruppeunntaksforordningen⁴ (GBER) eller gjeldende notifikasjon for støtteordningen. De definerer kriterier trådløst nettverk skal oppfylle for å kunne betraktes som et NGA nettverk, spesielt når det gjelder nedlasting- og opplastingshastighet og tjenestekvalitet. Artikkel 2 avsnitt 138 i (GBER) spesifiserer at enkelte avanserte trådløse nett kan anses som 'next

³ [http://www.eftasurv.int/media/state-aid-guidelines/Consolidated version Application of state aid rules in relation to rapid deployment of broadband networks.pdf](http://www.eftasurv.int/media/state-aid-guidelines/Consolidated%20version%20Application%20of%20state%20aid%20rules%20in%20relation%20to%20rapid%20deployment%20of%20broadband%20networks.pdf)

⁴Commission regulation (EU) No 651/2014

generation access (NGA) networks' dersom de er i stand til å levere pålitelige stabile («reliable») høye hastigheter per abonnent. Avsnitt 53 i ESA's retningslinjer angir noen overordnede kriterier for NGA nettverk, inkludert kvalitative krav til tjenester for skreddersydde løsninger i mobilnettene som leverer bredbånd og samtidig kunne handtere mobile brukere i et interesseområde.

I lys av at disse kravene er kvalitative, tilsier både behovet for en harmonisert tilnærming nasjonalt av hensyn til utbyggerne og hensynet til å sikre etterlevelse av statsstøtteregelverket at det utformes mer eksplisitte og kvantitative krav på nasjonalt nivå.

1.2 Kostnadseffektiv utbygging

I flere år har det blitt bevilget midler i statsbudsjettet med målsetning om å bedre tilgangen til bredbånd i Norge, der det ikke ligger til rette for kommersiell utbygging. Disse midlene skal brukes på en kostnadseffektiv måte og i tråd med politiske målsettinger for bredbånd. Kabelbasert infrastruktur vil i noen tilfeller være den mest kostnadseffektive og formålstjenlige måten å bygge ut bredbånd på. Men trådløse nett blir stadig bedre med nye modulasjonsmetoder, antennteknikk og flere tilgjengelige frekvensbånd som tillater høyere hastighet og muligheten til å garantere stabil ytelse (mht. hastighet og evt. andre kvalitetsparametere) til sluttbrukere. Konkurranser skal lyses ut som teknologinøytrale – og tilbudene skal vurderes i tråd med teknologinøytralitetsprinsippet. Det er viktig at flere teknologiske løsninger for utbygging av infrastruktur vurderes for å sikre en kostnadseffektiv og formålstjenlig løsning for bredbåndsaksess, som er i tråd med statsstøtteregelverket.

1.3 Anvendelse av begrepene NGA og VHCN: Nasjonalt og i EU/EØS

Begrepene «Neste generasjons aksessnett»/«Next Generation Access network»⁵, forkortet NGA, har vært et sentralt begrep både i:

- Bredbåndspolitikken på EU/EØS-nivå og nasjonalt
- I sektorregulering av bredbånd under ekom-regelverket på EU/EØS-nivå og nasjonalt
- I statsstøtteregelverket for infrastruktur som sikrer grunnleggende bredbånd.

I EU-regelverket er det ingen rettslig bindende dokumenter som fastsetter absolutte ytelseskrav til NGA-nett. Konkrete hastighetskrav er utelukkende fastsatt i ikke-bindende policy-dokumenter. Gjennom praksis er 30 Mbit/s etablert i EU/EØS-området som den laveste nedlastingshastigheten som kan aksepteres for at et nett skal kvalifisere som NGA-nett. For dagens trådløse og kobberbaserte nett vil nettet ofte være bare «delvis NGA»: Bare en andel av kundene vil ha tilgang til hastighet som oppfyller NGA-krav. Selv om begrepet NGA brukes

⁵ I policy dokumenter fra EU brukes i noen grad NGN «Neste generasjons nett»/«Next Generation Network» i stedet for NGA. Nkom anses disse begrepene å være likeverdige for vårt formål.

både i ekom-regelverket og i statsstøtteregelverket, er det likevel nyanser i hvordan begrepet er innholdsbestemt i de to regelverkene.

I tillegg til NGA-begrepet er det i forbindelsen med nytt ekom-regelverk i EU innført en ny kategori av bredbånd: Nett med svært høy kapasitet/»Very High Capacity Networks (VHCN)». Mer detaljerte retningslinjer for hvilke krav som skal stilles til slike nett er under utarbeidelse av Body of European Regulators for Electronic Communications (BEREC) og vil trolig først foreligge mot slutten av 2020.

2 Bredbånd via trådløse nett

2.1 Innledning

Kapittel 2 tar for seg egenskaper ved ulike typer trådløse teknologier. Her omtaler vi hva som er typiske svakheter og utfordringer ved de ulike teknologiene og vi går gjennom en del av de vanligste begrepene som brukes på fagfeltet.

2.2 Ytre faktorer som kan påvirke ytelsen

En kunde kan oppleve større variasjon i tilgjengelig hastighet i trådløse nett, sammenlignet med hva som er tilfellet for kablede nett og ikke alle kan predikeres eller kontrolleres av nettoperatøren. Dette er naturlig og henger sammen med en del egenskaper slike teknologier har. Det er flere grunner til dette:

- Ytelsen avhenger av antall samtidige brukere ettersom dette påvirker belastning og utnyttelsesgrad i de frekvensbåndene som er aktive i en celle. Radiofrekvensene i et gitt frekvensbånd er en begrenset ressurs som deles mellom brukere koblet til en sender. Unntaket er dedikerte punkt-til-punkt-forbindelser.
- Ytelsen avhenger av hvilke frekvensbånd som er benyttet på en gitt lokasjon. Dette varierer normalt lite over tid. Generelt vil en dobling av tilgjengelige frekvensbånd i form av båndbredde målt i MHz gi dobbel kapasitet.⁶
- Ytelsen avhenger av dekningsforholdene på lokasjonen. En mottaker i et område med begrenset signalstyrke vil oppleve redusert ytelse. Dette er likt for alle trådløse teknologier. Dekningsforholdene er normalt relativt stabile over tid, men kan påvirkes av interferens eller midlertidige variasjoner i dempningen av radiosignaler. Mens interferens (betyr at ett radiosignal forstyrres av ett eller flere andre) primært er en utfordring ved bruk av ulisensierte frekvensbånd, kan andre variasjoner i

⁶ For eksempel kan en mobiloperatør ha tilgjengelig 10 MHz båndbredde i 900 MHz båndet og 20 MHz båndbredde i 1800 MHz båndet.

dekningsforhold oppstå eksempelvis på grunn av trær som vokser, løvverk som endres med årstidene, snødrev eller nye bygninger.

Nkom vil vurdere hvor mye faktorene over faktisk påvirker ytelsen på bredbåndsaksessen og hvordan man kan sikre stabilitet i trådløse nett. Tiltak som kan motvirke slike variasjoner er kapasitetsreservering eller bruk av dedikert utstyr og dedikerte frekvensbånd.

Ytelsen og stabiliteten i trådløse nett vil danne grunnlag for vurderinger om hvorvidt trådløse nett kan aksepteres i prosjekter som mottar offentlig støtte.

2.3 Dimensjonering av trådløse nett

Både i trådløse og kablede nett tilsier effektiv ressursbruk at nettene dimensjoneres utfra at ikke alle kunder til enhver tid fullt ut nyttiggjør seg av den hastigheten kunden har inngått avtale om. Det skjer derfor en skalering av trafikk-kapasitet på ulike nivåer i nettet. For et område med 100 kunder hvor alle har et abonnement på 30 Mbit/s, vil tilbydereren av bredbåndsforbindelsen ikke dimensjonere transportkapasitet for det aktuelle området til 3 Gbit/s ($30 \text{ Mbit/s} \times 100$), men eksempelvis 300 Mbit/s. Det vil da være et skaleringsforhold på 10:1 ($3.000/300$).

I kablede nett vil vanligvis transmisjonsmediet være dedikert ytterst i nettet, ettersom hver kunde har sin egen forbindelse til/fra boligen. Det er derfor ikke behov for skalering der. For trådløse nett hvor det ikke benyttes dedikerte punkt-til-punkt-forbindelser, eksempelvis i mobilnett, vil det derimot være trafikk-skalering også på aksessen. Det innebærer større behov for å planlegge og følge med på tilstanden i trådløse nett enn for kablede nett. Dette gjøres for å sikre at kundene har tilgang på avtalt kapasitet når de trenger den.

2.4 Dedikerte trådløse nett

Dedikerte trådløse nett som for eksempel selskapet bigblu Norge leverer mye av i Norge, gir typisk fast trådløs tilknytning til et avgrenset antall kunder. Hovedforskjellen mellom dedikerte trådløse nett og mobilnett er at dedikerte trådløse nett ikke håndterer nomadiske brukere. Den tekniske løsningen består av basestasjoner som kommuniserer med mottakerutstyr (antenner), som vanligvis monteres utendørs på husveggen til en kunde. Det kreves som regel fri sikt mellom sender- og mottakerutstyr på grunn av de høye frekvensene som benyttes. Rekkevidden mellom sender og mottaker(e) kan være opptil 10 kilometer. Nkom sin linkplanlegger kan brukes til å estimere om det er nødvendig fri sikt mellom sender og mottaker⁷.

⁷ <https://www.nkom.no/teknisk/radiolinje-satelitt-og-pmse/radiolinje/punkt-til-punkt-kalkulator>



Figur 1: Fri sikt mellom sender- og mottakerutstyr

Dedikerte trådløse nett brukes til å levere bredbånd til et avgrenset antall kunder, som ikke trenger å dele kapasitet med andre nomadiske brukere i nettet (som i mobilnett). Utbygger kan derfor kalkulere forventet trafikkbelastning på hver basestasjon basert på et fast antall kunder med normalt forbruk⁸. Dette gjelder også for trafikk som kommer fra basestasjonen via forbindelse videre inn mot kjernenettet. Ved kapasitetsutfordringer i nettverket må utstyr og kapasitet oppgraderes for å møte behovet til kundene. I statsstøttede nett vil det være viktig å sikre dette i utbyggingskontrakten.

Dedikerte trådløse nett kan bruke både lisensierte og ulisensierte frekvenser (fribruksbånd). Fribruksbånd, typisk i 5 GHz-båndet, er en delt ressurs som er sårbar for interferens, men man kan benytte teknikker som, retningsantennner, beamforming (avanserte antenner), frekvensfilter og fysisk skjerming av utstyret for å motvirke effekten av interferens. Risikoen for interferens vil også kunne variere mye mellom tettbygde og mer landlige områder. Lisensierte frekvenser er beskyttet av tillatelser som sikrer at aktuelle og nærliggende frekvensbånd brukes på en slik måte at risikoen for skadelig interferens er begrenset.

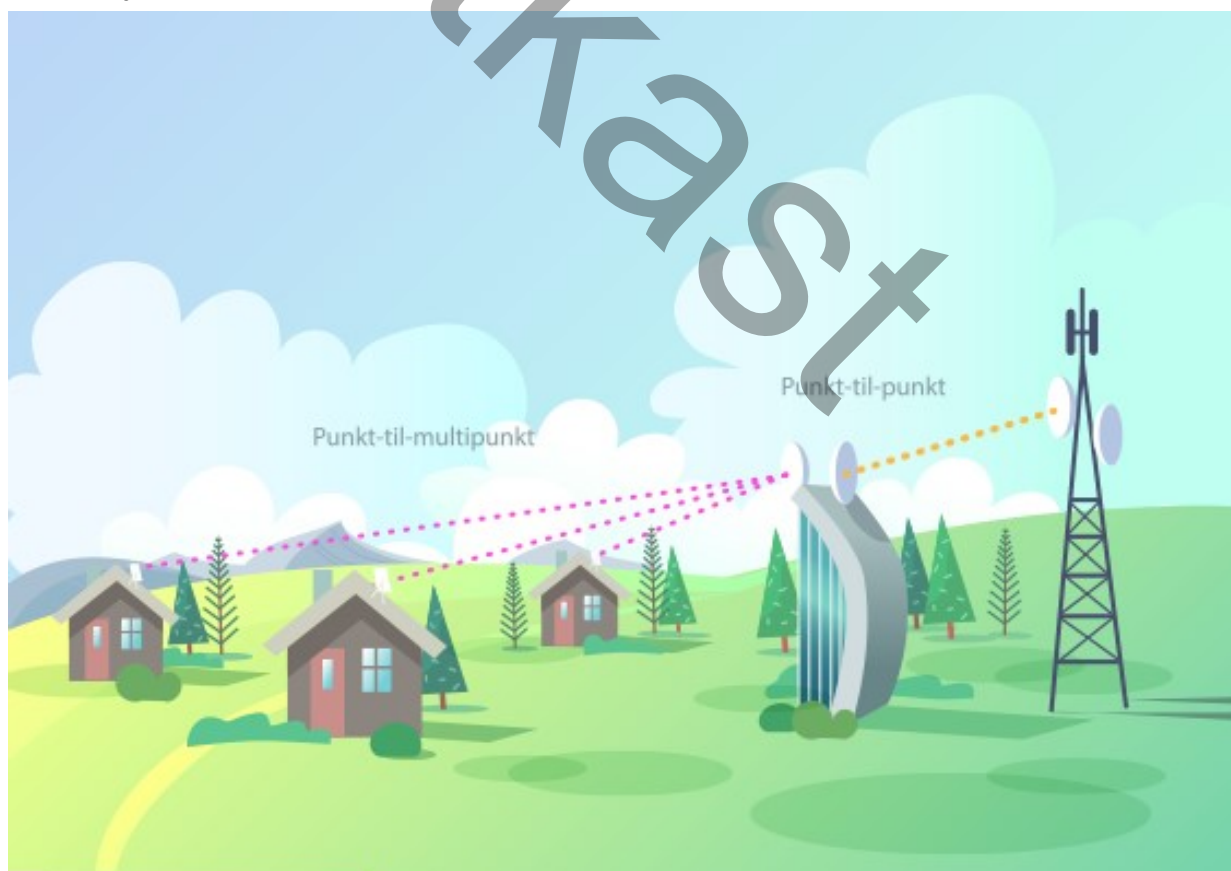
⁸ [Fixed Wireless Access handbook, ericsson.com/fwa](https://www.ericsson.com/fwa)

Dedikerte trådløse nett som er tilgjengelige på markedet i dag, kan under optimale forhold (jf. kapittel 2.2) levere bredbåndsprodukter med nedlastingshastigheter på inntil 100 Mbit/s, uten noen form for begrensning i datakvote. Tilgjengelig båndbredde, sendereffekt, måten signalene sendes på (modulasjon) og avstand til kunden er faktorene som i størst grad påvirker ytelsen sammen med antall samtidige brukere som deler ressursen. For kommersiell utbygging er løsningene (med punkt-til-multipunkt) typisk egnet for områder med spredt bebyggelse og mellom 5 og 50 husstander eller mer, i klynger med noen kilometers avstand, samt individuelle husstander innen senderens rekkevidde. Da ligger det til rette for å oppnå etableringskostnader som er rimeligere enn hva tilfellet erfaringsmessig er for fiber.

For at et dedikert trådløs nett kan finansieres med offentlig støtte forutsettes det at teknologien kan kategoriseres som såkalt neste generasjons aksessnettverk (NGA-nettverk), i henhold til nasjonale krav (jf. Kapittel 4).

2.4.1 Radiolinje (punkt-til-punkt)

Radiolinje kan også være egnet for aksessnettløsninger der det ikke er for mange sluttkunder som er tilkoblet, der det er behov for høyere kapasitet og/ eller det er lengre avstand til basestasjonen, for eksempel bedriftskunder.



Figur 2: Punkt-til-punkt og punkt-til-multipunkt system

Radiolinje bruker vanligvis frekvenser som krever tillatelse fra Nkom, men på kortere avstander (link hopp) kan fribruksbånd brukes, hovedsakelig 5 GHz. Prosessen for å søke om tillatelse⁹ skal være enkel, og ved spørsmål kan Nkom kontaktes.

2.4.2 Radiolinje som en del av transportnettet

En stor del av kostnadene ved etablering av fibernetts består av graving og andre utbyggingskostnader. I prosjekter der transportnettet utgjør en relativt stor del av den totale tilkoblingskostnaden kan det være hensiktsmessig å bruke radiolinje for deler av ruten frem til aksessnettet. Radiolinje bruker en smal åpning i antennen som sikrer en direktiv punkt-til-punkt forbindelse mellom sender og mottaker. Det er mulig å bygge radiolinjeløsninger som i stor grad tilsvarer fiber med hensyn til for eksempel forsinkelser, pålitelighet og hastighet, gitt at etableringen gjøres riktig. For avstander som er for lange for et enkelt radiolinjehopp, eller der det er hindringer i landskapet, kan flere radiolinjehopp knyttes sammen for å etablere en sammenhengende forbindelse.

Radiolinje av denne typen kan levere ca. 1-10 Gbit/s kapasitet. Dette gjør løsningen egnet som en del av et ellers fiberbasert transportnett. Muligheten for å etablere utstyr på master, tårn eller høye bygninger der de kan kobles til fibernettet, er derfor viktig å ta i betraktning. Radiolinje blir i tillegg brukt for å skape redundans til kablede nettverk.

For at radiolinje skal kunne brukes som en del av transportnettet for utbygginger med offentlig støtte forutsettes det at teknologien ikke reduserer tjenestekvalitet til sluttbruker, i henhold til nasjonale krav (jf. Kapittel 4).

2.5 Kommersielle mobilnett

Hastighetene i norske mobilnett har økt kraftig de seneste årene, med innføringen av 4G og 4G+. Nkom forventer at denne utviklingen vil fortsette og mener at mobilnettene vil spille en vesentlig rolle i å gi et godt bredbåndstilbud til husstander som ikke får tilbud om fiberbasert aksess. For å kunne levere produkter rettet mot fastnettmarkedet ved hjelp av de kommersielle mobilnettene vil det være behov for høy kapasitet på basestasjoner som betjener kunder med fast trådløs tilknytning i mobilnettene. Telenor har kommet med produktet 'Hjemmebredbånd Mobil' rettet mot markedet for fast trådløs tilknytning med tilnærmet ubegrensede datakvoter og hastigheter på 10 Mbit/s og 30 Mbit/s.

Kapasiteten til 4G-nettet styrkes ved å benytte frekvensbånd med større kapasitet (kapasitetsbånd), da primært 1800 MHz-båndet og 2600 MHz-båndet. 4G+ gjør det mulig å samtidig utnytte kapasiteten i flere av disse frekvensbåndene, og dermed oppnå svært høye

⁹ <https://www.nkom.no/teknisk/radiolinje-satellitt-og-pmse/radiolinje/fremgangsm%C3%A5te-og-tildelingsprosess-ved-s%C3%B8knad-om-frekvenser-til-radiolinje>

hastigheter for mobilt bredbånd (MBB). Lavere frekvensbånd (dekningsbånd), da primært 700 MHz- båndet, 800 MHz-båndet og 900 MHz-båndet har gode dekningssegenskaper, men vil også kunne benyttes for ekstra kapasitet på basestasjoner hvor det er stor trafikkbelastning. Dette gjelder også gjenbruk av 3G frekvensbånd (2100 MHz), i takt med at mobiloperatørene slår av denne teknologien og i stedet benytter den til 4G og 5G.

Høy og stabil hastighet på dataoverføringen gjør at kundene også kan ta i bruk dataintensive tjenester som videostrømming med høy oppløsning (4K), videokonferanser og spilltjenester. Da øker også datamengden (antall mega-/gigabits) som overføres.

2.5.1 Mobilt bredbånd (MBB)

Begrepet «Mobilt Bredbånd» (MBB) omhandler produkter som tilbyr en dedikert datatjeneste ved hjelp av eget SIM-kort. Brukeren får en ren dataforbindelse mellom terminalen og mobilnettet, og via denne tilgang til Internett.



Figur 3: Mobilt Bredbånd

MBB selges som volumpakker med ulike størrelser. Kunden velger det volumet som passer til hans/hennes bruk. Volumet i pakken har vanligvis levetid innenfor en kalendermåned. Når volumet er brukt opp, tilbyr de fleste mobiloperatørene mulighet for å kjøpe ekstra datapakker. Dersom kunden ikke kjøper en slik pakke når det ordinære volumet er brukt opp, strupes

vanligvis overføringshastigheten kraftig. Merk at MBB ikke er det samme som ordinære datapakker som følger vanlige mobilabonnement.

SIM-kortet som brukes for MBB identifiserer kunden og kobler ruterer opp mot den basestasjonen som gir best forhold for overføring av data, ofte den geografisk nærmeste. Ruterne som benyttes har mulighet for å etablere en trådløs sone som kunden kobler seg til. Noen rutere har også Ethernetport slik at kunden kan etablere maskenett ved hjelp av ordinære trådløse rutere. Slik kan en etablere dekning i en større bygning og så la ruterer med SIM-kort være forbindelsen mot Internett.

Tilkobling av ekstern antenne kan være til hjelp for å sikre stabil overføring dersom ruterer befinner seg langt unna basestasjonen. Likevel vil MBB dele tilgjengelig radiokapasitet med vanlige mobilabonnement samt kunder som bruker fast trådløs tilknytning (se Fast trådløs tilknytning i mobilnett) på samme basestasjon. Det kan bety noe variasjon i tilgjengelig overføringskapasitet fordi belastningen varierer. På den annen side vil kunden nyte godt av mobiloperatørens pågående utbygging, for eksempel ved at flere frekvensbånd aktiveres i mobilnettet og at nye basestasjoner etableres. Dette vil kunne øke tilgjengelig overføringskapasitet ettersom tiden går og mobilnettene forbedres.

Det er ikke geografiske begrensninger når det kommer til hvor i landet kunden kan benytte abonnementet og en står fritt til å ta med seg utstyret og koble det opp for eksempel i fritidsbolig, båt og bil. Det er også mulig for kunden å benytte rutere selv uten tilgang på 230V, dersom enheten som tilbys kan benytte batteridrift. Dette gir stor fleksibilitet og åpner opp for flere brukerscenarier. Det varierer imidlertid fra tilbyder til tilbyder om tjenesten kan benyttes i utlandet, da via avtaler om internasjonal gjesting i lokale mobilnett.

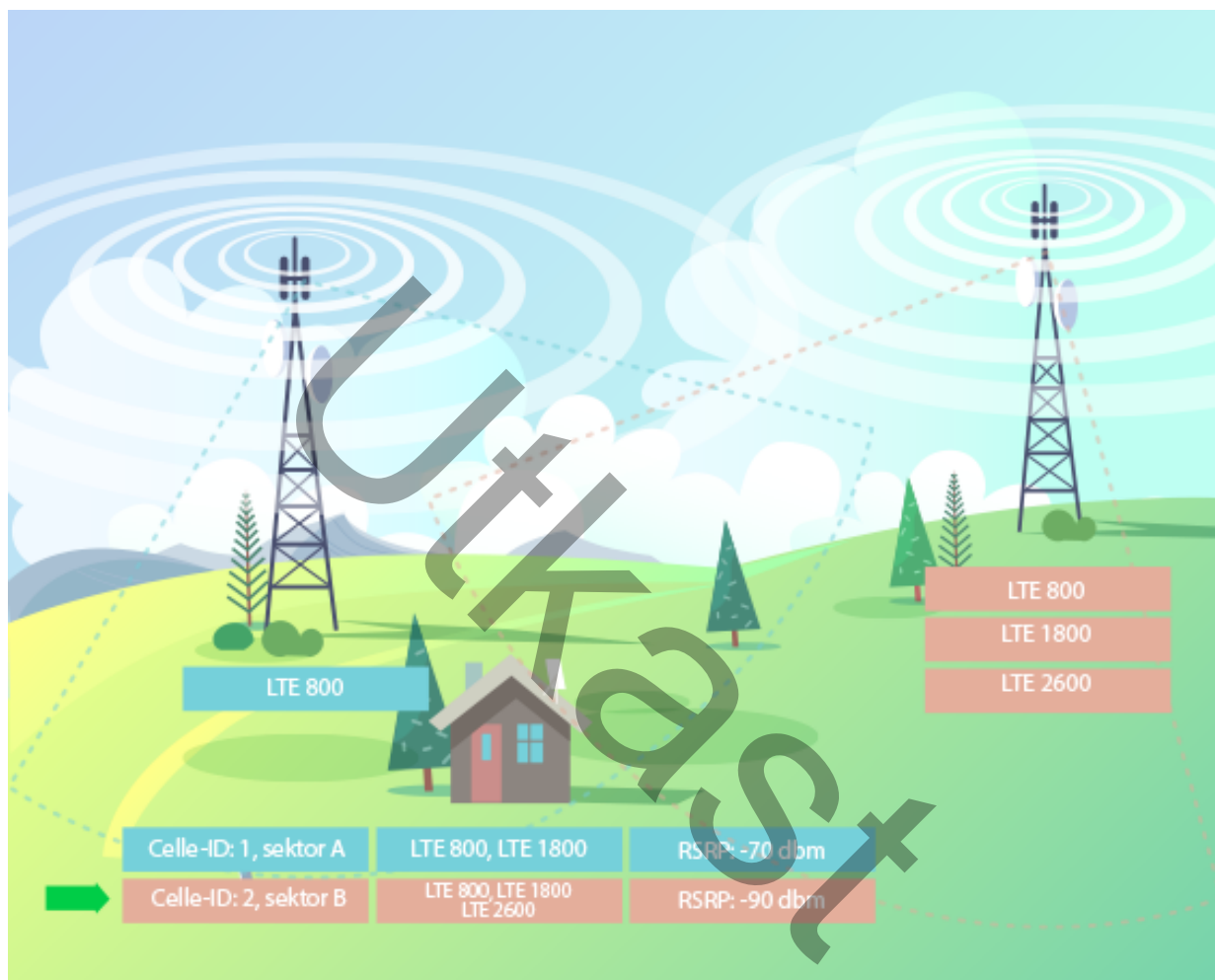
Etter Nkoms vurdering vil ikke mobilt bredbånd per dags dato kunne oppfylle krav til tjenestekvalitet i henhold til nasjonale krav (jf. Kapittel 4).

2.5.2 Fast trådløs tilknytning i mobilnett

Fast trådløs tilknytning betyr at kunden ikke kan flytte med seg tildelt utstyr og slik sett benytte abonnementet som en fast bredbåndsforbindelse – i motsetning til ordinære løsninger for internettilgang via mobilnettet. Det varierer fra sted til sted hvor mange basestasjoner som dekker en enkelt husstand. I tettbygde strøk vil en bolig kunne dekkes av signal fra flere antennemaster, i motsetning til steder med spredt befolkning – der kanskje én eller to antennemaster alene gir kontakt med mobilnettet.

Kundene med fast trådløs tilknytning bruker det samme nettet og de samme ressursene som øvrige mobilkunder. Dersom slike løsninger videreutvikles med dedikerte frekvensressurser til kunder med fast trådløs tilknytning i mobilnettet, vil disse bli kategorisert som dedikerte

trådløse nett. Trafikkstyring i nettet fungerer likt for kunder med fast trådløs tilknytning og vanlige mobilkunder. Den eneste forskjellen er at abonnenten er begrenset til basestasjoner som dekker et spesifikt område. Mobiloperatørene vil gjennomføre kartlegging av deknings- og trafikkforholdene i et område, og sammenholde dette med historiske opplysninger over trafikkbelastning før de kategoriserer en adresse som aktuell for tilbud om fast tilknytning.



Figur 4: Valg av basestasjon (RSRP betyr signalstyrke)

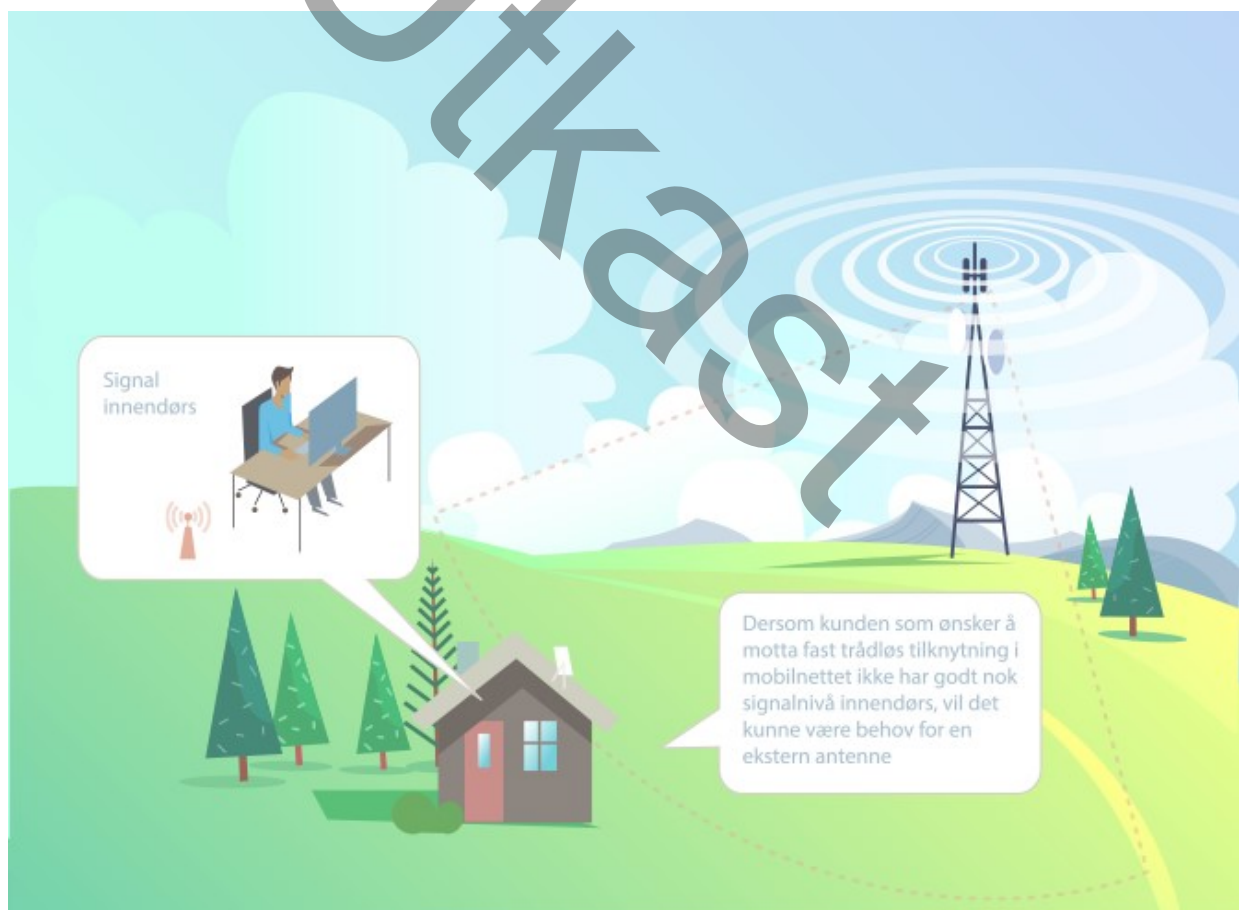
Normalt vil en terminal knytte seg til den antennemasten den måler sterkest signal fra. For å få høyest mulig kapasitet på tilkoblingen kan terminalen prioritere å bruke høyest mulig frekvens der hvor det er dekning fra celler¹⁰ med kapasitetsbånd. En terminal vil for eksempel kunne bruke en 1800 MHz-celle framfor en 800 MHz-celle selv om 800 MHz cella har sterkere signal. Det finnes imidlertid også mekanismer som kan flytte en terminal fra sterkeste celle til en noe svakere celle ved høy trafikkbelastning på den sterkeste cellen.

En tilbyder må sikre at potensielle kunder av fast trådløs tilknytning er innenfor et område med god nok dekning til en eller flere av tilbyders basestasjoner. Det er vanlig å bruke

¹⁰ En «celle» er en sektor av området som dekkes fra en antennemast

matematiske modeller for å avgjøre om dette kriteriet oppfylles på kundens adresse eller ei. Videre gjøres analyser av forventet tilgjengelig kapasitet på bakgrunn av hvor mange brukere basestasjonen dekker med de frekvensbåndene den er utstyrt med. Det må også settes av kapasitet for å ta hånd om mobilabonnenter som tilfeldig kommer inn i stasjonens dekningsområde (nomadiske brukere). Dette må beregnes og utfordrer mobiloperatøren sin kapasitetsplanlegging.

En ekstern antenne (se Figur 5) gjør at kundens modem enklere kan knytte seg til høyere frekvensbånd, ettersom disse gjerne har kortere rekkevidde. En tommelfingerregel for trådløse nett er at den teoretiske kapasiteten øker når en benytter høyere frekvenser til å formidle informasjonen som skal sendes fordi operatørene disponerer større frekvensblokker (båndbredde i MHz) i disse båndene. Båndbredde er proporsjonal med den trafikkbelastningen basestasjonen kan avvike. Dersom kunden som ønsker å motta fast trådløs tilknytning allerede bor nær en basestasjon og signalstyrken er god, vil det ikke være behov for ekstern antenne.



Figur 5: Behov for ekstern antenne

Dersom det er flere kunder som ønsker å motta fast trådløs tilknytning i et område enn hva den (eller de) lokale basestasjonene til enhver tid kan betjene, må mobiloperatøren bygge mer

kapasitet. Normalt vil en da etablere en eller flere nye basestasjoner. Når en ny basestasjon kommer på lufta vil terminalene i området knytte seg til den/de som har det sterkeste signalet. Det vil imidlertid ikke alltid være mulig å fordele kundene helt jevnt mellom basestasjonene. Mobiloperatøren vil da for hver basestasjon se på hvilken sektor som dekker flest kunder, og la dette være dimensjonerende for nødvendig utbygging.

Der lokale frekvensressurser benyttes av mobilabonnenter i tillegg til kunder som mottar fast trådløs tilknytning, må dette tas hensyn til i vurderingen av hvorvidt basestasjonen har tilstrekkelige frekvensressurser tilgjengelig til å sikre en tjenestestabilitet som tilfredsstillende NGA-kravene. Er det for eksempel et hytteområde som dekkes av de samme frekvensressursene som fast trådløs-kunder må variasjon i etterspørsel på grunn av sesongsvingninger og lignende tas med i vurderingen.



Figur 6: Sesongvariasjoner kan påvirke kapasitet

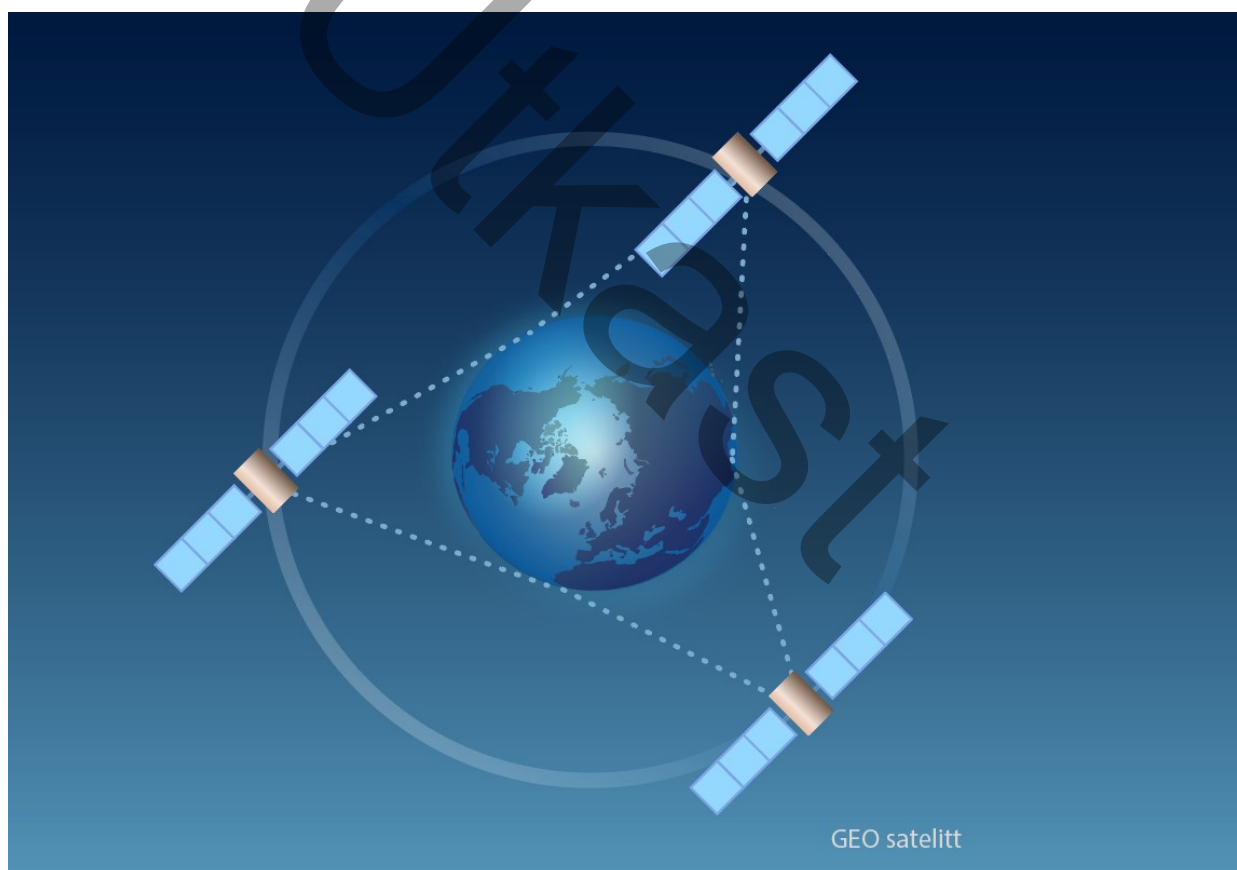
Med innføring av 5G introduseres flere mekanismer som gjør det lettere for en tilbyder å håndtere etterspørsel etter kapasitet fra ulike kategorier av brukere. Antennene som benyttes for 5G er mer effektive enn for 4G, og dette, i kombinasjon med mekanismer i kjernenettet, legger til rette for at kunder som benytter fast trådløs tilknytning også i perioder med varierende belastning kan motta forventet kapasitet. Fra 2020 vil mobilt bredbånd og fast

mobilt bredbånd være blant de første kommersielle tjenestene i 5G og en må forvente jevnt, høy kapasitet for kunder på slike produkter.

For at fast trådløs tilknytning i mobilnett kan finansieres med offentlig støtte forutsettes det at teknologien kan kategoriseres som NGA-nettverk i henhold til nasjonale krav (jf. Kapittel 4).

2.6 Satellitt

Satellittsystemer har historisk sett gitt dekning der hvor ingen andre nett har vært i stand til å tilby dekning. Fra et globalt perspektiv er hele jorden dekket av satellitter, men forskjellige kompromisser i de ulike systemenes design gir begrensninger i enten dekning eller ytelse avhengig av hvor man befinner seg. I Norge kjenner de fleste til satellitter som tilbyr kringkastingstjenester for tv fra tilbydere som Canal Digital og Viasat. Bredbånd via satellitt er mer uvanlig i Norge, men det finnes tilbydere av slike tjenester på markedet også her.



Figur 7: Geostasjonære satellittsystemer

2.6.1 Geostasjonære satellittsystemer

Geostasjonære satellitter har vært den vanligste kommersielle løsningen for satellittkommunikasjon. Geostasjonære satellitter ble i sin tid en populær løsning på grunn av at satellittene har en bane som ligger i ekvatorplanet med omløpshastighet lik jordrotasjonen.

Satellitten står derfor stille relativt til jordens overflate. Dette har gjort det mulig å forenkle terminalene til brukerne. En enkel parabolisk reflektor pekes mot det punktet på himmelen hvor satellitten befinner seg. Videre gir avstanden på 36 000 km fra satellittene til jordoverflaten mulighet for store dekningsområder fra én enkelt satellitt. Eneste unntak er dekning i nordområdene hvor satellitten vil være under horisonten. Svalbard er teoretisk det nordligste området man kan få dekning fra satellitter som står rett sør for brukeren, men med store begrensinger ettersom satellitten står veldig lavt på horisonten.

2.6.1.1 Satellittskygge og forsinkelse

Geostasjonære satellitter har to hovedutfordringer, den ene knyttet til norsk topografi langt nord med dype fjorder og høye fjell og den andre knyttet til den lange avstanden til satellittene. I Norge vil vinkelen mellom antennens pekeretning og horisontalplanet være liten. Det betyr at man vil oppleve flere blokkeringer fra terreng og/eller bygninger. Dette vil spesielt være et problem i dype daler. Flere områder, spesielt på sørsiden av øst-vest gående daler, vil oppleve at satellitten ligger under horisonten og kommunikasjon vil være umulig. Dette begrenser disse systemers evne til å tilby kommunikasjonsløsninger med dekning over hele landet.

En annen utfordring er den fysiske avstanden og tilhørende tidsforsinkelsen i kommunikasjonen. Dette fører til forsinkelser som vil gjøre det vanskelig å bruke applikasjoner som også er følsomme for forsinkelser slik som taleoverføring og nettspill.



Figur 8: Forsinkelse i geostasjonære systemer

Markedet for satellittkommunikasjonstjenester er i rask utvikling. For å klare å møte det økte båndbreddebehovet og en forventning om lavere priser, har designet blitt raffinert mot større satellitter med mer effekt, mer fleksible nyttelaster og mer tilgjengelig båndbredde. Satellittene som lanseres for internettkommunikasjon er nå rendyrkede for formålet. Strålene fra satellitten formes av elektroniske antenner og pekes i de områder hvor kundene er til enhver tid. Det er rimelig å anta at kapasiteten fra geostasjonære systemer vil øke i årene fremover samtidig som prisen vil gå videre nedover. Nye tilbydere er i ferd med å etablere seg i det europeiske markedet, og da spesielt amerikanske Viasat. Mange har allerede stiftet bekjentskap med

disse tjenestene på flyturer i Norge og Europa hvor det tilbys internett under flygningen. Flyene bruker de samme satellittene som kommer til å benyttes for tjenester på bakken.

Tjenester fra slike satellitter kan, som nevnt tidligere, allerede benyttes i Norge og selges blant annet fra aktører som bigblu Norge (via en egen tjeneste som heter bigblu.no). Dette er løsninger med terminaler som til forveksling ligner vanlige parabolantennor for tv-mottak, men som i tillegg har en løsning for å sende signaler tilbake til satellitten. Det er mulig å installere slike antenner selv for de som er litt kyndige, eller de kan settes opp av tilbyderer.

Abonnementsstrukturen ligner på det vi kjenner fra internettabonnement i mobilnettene. Det differensieres på ulike datarater og datakvoter og det annonseres nedlastingshastighet på opptil 50 Mbit/s. Det må bemerkes at disse satellittsystemene har begrensede ressurser som deles over store områder, og man vil typisk kunne betrakte en satellittstråle som en celle i et mobilnett. Forskjellen er at området som må dele ressursene typisk vil være på størrelse med flere fylker istedenfor noen få kvadratkilometer. Dette fører til at mange kunder kan føre til lavere hastigheter og behov for å differensiere prisene som oppfordrer til begrenset bruk. Selv om løsningene selges med tilsynelatende fri bruk er det en begrenset datakvote, etter denne er brukt opp vil ytelsene kunne falle i perioder med stor pågang.

Utfordringene med forsinkelser i geostasjonære satellittsystemer kan ikke løses. Selv om båndbredde og ytelse øker i disse systemene, vil alltid to-veis forsinkelse ligge på over 500ms over en slik forbindelse, det kan gjøre løsningen uegnet til en del anvendelser.

Etter Nkoms vurdering vil ikke slike systemer levere den tjenestekvaliteten som kreves for at teknologien kan kategoriseres som NGA-nettverk, i henhold til nasjonale krav (jf. Kapittel 4).

2.6.2 Lavbane satellittsystemer

Rundt årtusenskiftet ble det tatt initiativ til omfattende lavbanesystemer med lovnader om høye båndbredder, global dekning og akseptable priser. Disse kom imidlertid aldri langt nok til å bli en realitet. Men nå ser det ut til at flere nye initiativ til lavbanesystemer klarer å løfte seg. Spesielt utviklingen på kostnadssiden for utskytnig av raketter og et mulig gjennombrudd for elektronisk styrte antenner på brukerterminalene gjør at disse systemene er nærmere realisering. Produsentene har også tatt en mer industriell tilnærming til produksjonen av satellittene og fått ned kostnad og tidsbruk på bygging.

2.6.3 Status

Flere aktører har annonsert planer om til dels store systemer med global dekning i lavbane. De viktigste initiativene her er Oneweb og Starlink. Felles for disse systemene er at de opererer i svært høye frekvensbånd. Oneweb og Starlink er systemer som er nær kommersiell utrulling

og har begge sendt ut sine første testsatellitter i bane. De har også de mest omfattende planene for sine endelige konstellasjoner.



Figur 9: Lavbane satellittsystemer

Disse initiativene er i startgropen med tanke på utrulling av sine systemer. Det er knyttet usikkerhet til både finansieringen av konstellasjonene, tekniske utfordringer rundt både satellittproduksjon og terminalutvikling og en utfordrende regulatorisk jobb med koordinering av frekvenser systemene imellom.

2.6.3.1 Oneweb

Oneweb har per dags dato seks testsatellitter i rommet som ble skutt ut tidlig i 2019. Disse er ment å validere viktige aspekter ved både romsegmentet og bakkeinfrastruktur. Det er ventet at Oneweb kommer i gang med utrulling av sitt system i første halvdel av 2020 og vil fortsette med månedlige utskytninger igjennom hele 2020. En pressemelding fra september 2019 melder at de ser for seg å tilby tjenester i arktiske strøk allerede fra midten av 2020. På grunn av de polare banene systemet skal operere i, vil nordlige og sørlige området av jorden bli dekket tidlig under utrulling av systemet, en klar fordel for norske interesser som ønsker å benytte systemet. Oneweb har dessuten allerede etablert antenneinfrastruktur på Svalbard som skulle tilsi at Norge vil få tjenester på et tidlig stadium.

Oneweb har ikke enda vist frem den endelige brukerterminalen sin, men har indikert flere ganger om fremskritt de og partnere har gjort på å ta frem en elektronisk fasestyrt antenne til lav pris. Det gjenstår å se om slike løsninger er klare til tjenestene lanseres eller om mer konvensjonelle antenner til høyere pris må benyttes.

2.6.3.2 Starlink

Starlink hadde sin første utskytning av testsatellitter allerede i 2018 med to satellitter. Disse ble brukt til testing og validering av konsepter før et satellittdesign nærmere det endelige ble lansert i mai 2019. Da skjøt SpaceX opp 60 satellitter som siden har blitt brukt til testing av blant annet de-orbiting strategier og operasjonssystemet som helhet. Starlink er dermed det systemet som per dags dato har flest satellitter i bane. I likhet med Oneweb har de planer om flere utskytninger i år og igjennom hele 2020.

Heller ikke Starlink har avslørt detaljer rundt brukerterminalen sin enda, men det er rimelig å anta at denne vil ha flere likheter med Oneweb. Antagelig vil mer informasjon komme i løpet av 2020 og når det nærmer seg lansering av tjenester.

Starlink har en konstellasjon av satellitter som består av flere ulike baner, og hovedtyngden av satellittene vil gå i baner som vender ved ca. 53 grader nord/sør. De har også baner som vil dekke områder helt nord og sør på kloden, men det er uklart om disse vil bli realisert i første omgang. De store befolkningskonsentrasjonene i verden befinner seg i beltet mellom 53 grader nord og sør, og det er derfor naturlig å dekke dette først. Det er derfor en mulighet for at tjenester fra Starlink i norske områder kan komme noe etter Oneweb. Dette kan imidlertid endre seg etter som SpaceX gjør sine vurderinger av kundegrunnlaget.

2.6.4 Tjenester

Systemene som er omtalt over er i en tidlig fase av utrulling, og det er ikke forventet at tjenester er tilgjengelig for sluttbrukere før tidligst i 2021. Ut fra det som er offentlig kjent, er det ventet at tjenestene vil være rettet mot forbrukermarkedet og vil være konkurransedyktige mot for eksempel mobile tjenester for både ytelse og pris.

I likhet med mobilsystemer og geostasjonære satellittsystemer vil brukerne dele på en begrenset frekvensressurs innenfor et geografisk område som kan føre til at mange samtidige brukere vil gi redusert ytelse. Det er imidlertid noen forskjeller fra f.eks. geostasjonære satellitter. For eksempel vil en brukerterminal ha mulighet til å velge mellom flere mulige satellitter som er innenfor rekkevidde til ethvert tidspunkt, dette gjør det mulig å fordele terminalene over flere satellitter selv om de befinner seg i det samme området.

En annen viktig forskjell fra geostasjonære løsninger er at satellittene vil befinne seg i en mye kortere avstand fra brukeren. Dette gjør at tjenestene vil ha forsinkelser som er

sammenlignbare med vanlige bakkebundne tjenester. Videre vil de heller ikke være begrenset i samme grad med tanke på fysiske blokkeringer som terreng, hus og vegetasjon. Dekningen vil være nær 100% i områdene satellittene passerer over. Det er rimelig å anta at tjenestene vil ha dekning så lenge man har en klar sikt mot himmelen i en eller annen retning.

Terminalene vil være enkle å sette opp, og vil sannsynligvis enkelt kunne plasseres av kundene selv. Den vil ha behov for strøm og fri sikt til himmelen, utover det behøver den ikke siktes inn spesielt siden pekingen gjøres elektronisk.

Klarer aktørene å rulle ut systemer og terminaler over de neste par årene, vil disse tjenestene kunne være en reell løsning for de som i dag ikke har tilgang eller er på en annen radiobasert aksess. Det er forventet at Norge er et aktuelt marked for disse aktørene.

For at lavbane satellittsystemer skal kunne kategoriseres som NGA-nettverk, må teknologien oppfylle krav til tjenestekvalitet i henhold til nasjonale krav (jf. Kapittel 4).

3 Vurdering av nye og etablerte trådløse NGA-nett

3.1 Innledning

Dette kapittelet er utarbeidet for å hjelpe prosjekteier å sikre at trådløse nettverk (beskrevet i kapittel 2) som skal bygges med offentlig støtte, tilfredsstiller NGA-krav iht. statsstøtteregulverket. Nkom anser at det både for sluttbrukerne, tilbyderne, kommuner, fylker og staten vil være en fordel at disse kravene håndteres enhetlig i Norge.

Det er også et viktig hensyn å sette prosjekteier i stand til å vurdere hvorvidt et etablert nett som hevdes å levere tjenester av NGA-kvalitet, faktisk gjør det. Finnes det et NGA nett i et område, så er det pr. i dag ikke tillatt å gi offentlig støtte til utbygging av annet NGA-nett¹¹.

3.2 Kontraktsrettslige forhold

Statsstøtteregulverket legger ikke plikter direkte på tilbyderne som mottar statsstøtte – bortsett fra å etterkomme et eventuelt krav om tilbakebetaling dersom vilkårene for lovlig statsstøtte ikke er oppfylt. Det er derfor nødvendig at prosjekteier i tilskuddsprosjekter utformer kriterier i konkurransegrunnlaget og kontrakten som tilbyder må forplikte seg til å levere på. Kriteriene må være i henhold til NGA-krav (som angitt i kapittel 4) og garantere for at leveransen

¹¹ Dette følger av at støtteordningen til bredbåndsutbyggingen er innmeldt i Gruppeunntaksforordningen (GBER) til og med 2020.

oppfyller NGA-kvalitet i en periode på minimum 10 år, både i kontraktsgrunnlaget som inngår i konkurranseutlysningen, og i den endelige kontrakten.

3.3 Hvordan sikre NGA-kvalitet i etablerte trådløse nett?

Prosjekteier skal kartlegge eksisterende og planlagt bredbåndinfrastruktur før de kan starte opp nye prosjekter som skal delfinansieres med statsstøttemidler. I denne kartleggingsprosessen er det viktig at tilbydere melder fra dersom husstander som er en del av det planlagte området har tilgang til trådløse nett som kan sikre stabile tjenester iht. NGA-krav (se kapittel 4.3).

Prosjekteier kan be om oversikt som viser dagens utnyttelse av kapasitet på basestasjon(er) som hevder å dekke husstander i utlysingsområdet. Dagens kapasitetsutnyttelse på aktuelle basestasjoner og tilgjengelige frekvensbånd, vil gi en god indikasjon på om en trådløs løsning kan oppfylle NGA-krav (se Figur 10). Operatøren må forklare hvilke parametere som er beregningsgrunnlag for kapasitet. Det finnes ikke en entydig måte å definere kapasitet i et trådløst nett.



Figur 10: Bruke eksisterende radionettverk til å levere NGA

Dersom utbygger kan dokumentere at det eksisterende trådløse nettet oppfyller NGA krav, vil dette medføre at det ikke kan gis offentlig støtte til utbygging av andre prosjekter i samme område. Prosjekteier vil måtte vurdere om allerede etablerte trådløse nett tilfredsstiller NGA-kvalitet. I tvilstilfeller vil Nkom kunne kontaktes.

3.4 Hvordan sikre NGA-kvalitet i nye trådløse nett?

I tilfeller hvor utbygger vil etablere nye trådløse nett som skal delfinansieres med statsstøttemidler, skal utbygger i kontrakter besvare punkter om hvordan de vil oppfylle og

vedlikeholde en stabil tjeneste iht. kapittel 4.1 og forpliktelse til å opprettholde kvalitetsnivå i en periode på minimum 10 år iht. kapittel 4.2.

Utbyggere som f.eks. skal bygge en ny basestasjon har ikke erfaringstall, og det bør derfor spesifiseres hvor mye kapasitet som minimum bør være tilgjengelig i utbyggingsområdene som får tilbud om fast trådløs tilknytning. Nkom anbefaler at det beregnes ca. 20 kunder med fast trådløs tilknytning per 10 MHz båndbredde, men at det som et minimum skal være 20 MHz tilgjengelig båndbredde.

Frekvensbånd	Innehaver	Mengde [MHz]	Prosent av total	Valgt teknologi
450		10 MHz	1,8 %	LTE (4G)
	ICE	10 MHz	1,8 %	
800		60 MHz	10,9 %	LTE (4G) IoT
	ICE	20 MHz	3,6 %	
	Telenor	20 MHz	3,6 %	
	Telia	20 MHz	3,6 %	
900		70 MHz	12,7 %	GSM (2G) UMTS (3G) LTE (4G) IoT
	ICE	10 MHz	1,9 %	
	Telenor	30 MHz	5,5 %	
	Telia	30 MHz	5,4 %	
1800		150 MHz	27,3 %	LTE (4G) IoT
	ICE	40 MHz	7,3 %	
	Telenor	60 MHz	10,9 %	
	Telia	50 MHz	9,1 %	
2100		120 MHz	21,8 %	UMTS (3G) LTE (4G)
	ICE	40 MHz	7,3 %	
	Telenor	40 MHz	7,3 %	
	Telia	40 MHz	7,3 %	
2600		140 MHz	25,5 %	LTE (4G)
	NextNet	20 MHz	3,6 %	
	Telenor	80 MHz	14,5 %	
	Telia	40 MHz	7,3 %	
Totalsum		550 MHz	100 %	

Figur 11: Frekvensfordeling i dagens ressurser benyttet til offentlig mobilkommunikasjon¹²

¹² <https://www.nkom.no/teknisk/frekvens/frekvensstrategi/frekvenskompass/attachment/41462?ts=16d1f297902>

Typisk har mobiloperatører en eller flere frekvensblokker på 10 MHz eller 20 MHz for hvert frekvensbånd. Flere tilgjengelige frekvensbånd på en basestasjon vil gi en høyere total kapasitet som igjen skal fordeles på antall aktive brukere. Det er viktig at alle kunder er innenfor dekningsområdet til de frekvensbånd som til sammen har 20 MHz båndbredde. Med anbefalingen om 20 kunder per 10 MHz båndbredde kan det være ekstra kunder utover 40 i områder som dekkes av andre frekvensbånd. Hvor mye kapasitet kunder bruker vil endre seg over tid og det er derfor viktig å forplikte utbygger på å utvide basestasjon med flere frekvensbånd eller bygging av ny basestasjon dersom kunder som mottar bredbåndsprodukter ikke opplever tjenestekvalitet og hastigheter som oppfyller NGA-krav.

For dedikerte trådløse nett (se kapittel 2.4) vil man kunne gjøre like vurderinger, men der er det ingen nomadiske brukere, og det vil derfor være et enklere utgangspunkt.

3.5 Brukerstyrte målinger

Sluttbruker kan måle bredbåndsproduktets tjenestekvalitet på brukerstyr som PC, smarttelefon eller nettbrett. Dette er en viktig mekanisme for å kontrollere allerede etablerte nett. Nettfart Mobil er en mobilapplikasjon som eies og driftes av Nkom. For at målinger skal kunne brukes til å klage på en bredbåndsproduktet levert over et trådløst nett (inkludert mobil) er det viktig at målingen utføres riktig:

- Det er kun enheten som utfører målingene som skal være tilkoblet hjemmenettet. Alle andre enheter må kobles fra hjemmenettet eller slås av mens målingene pågår.
- Ved måling over trådløst hjemmenett, må målingene gjøres innenfor 2-3 meter avstand fra ruter/ trådløst aksesspunkt uten noe form for fysisk hindring mellom enhet og ruter/ aksesspunkt.
- Målinger må utføres på kablet hjemmenett eller trådløst hjemmenett på 2,4 GHz eller 5 GHz avhengig av hva brukerstyret støtter.
- Ved målinger i tidsrom der det oppleves at det er redusert ytelse gjentas målingen et antall ganger for å sjekke om det gir konsistente resultater.

4 Nasjonale krav til statsstøttede trådløse nett

4.1 Nasjonale NGA-krav

I samsvar med ESAs retningslinjer (se kapittel 1.1) og basert på krav som sikrer at stabil leveranse opprettholdes av nettoperatører i kontraktsperioden (se kapittel 4.2), har Nkom bestemt at et trådløse nett som oppfyller alle tre krav under kan kategoriseres som et neste generasjons aksessnett:

- 1) Tilbyder skal i sitt trådløse NGA-nettverk kunne levere nettverksytelse som gir hver sluttbruker minst 30 Mbit/s nedlastingshastighet og minst 5 Mbit/s opplastingshastighet når brukeren benytter tjenesten. For den enkelte bruker kan likevel levert hastighet være mindre enn disse minimumshastighetene i inntil 10% av tiden **innenfor travel time**¹³.
- 2) Tilbyder skal sikre at bredbåndstilbud over trådløse nett kan levere så god tjenestekvalitet at det også kan brukes til tidskritiske applikasjoner som tale og videokonferanse. Spillapplikasjoner som har særlig strenge krav til forsinkelse, er det derimot ikke et krav at tjenesten skal være egnet for.
- 3) Tilbyder av trådløse nett skal overvåke trafikk i både radioaksessnett og kjernenett for å kunne iverksette tiltak for å unngå redusert tjenestekvalitet hos sluttkunden.

4.2 Krav som sikrer en stabil leveranse i kontraktperioden

Utbyggingskontrakter skal inneholde en forpliktelse til å opprettholde kvalitetsnivå i en periode på minimum 10 år. Denne forpliktelsen skal utformes slik at høyere belastning i nettet ikke fritar tilbyder fra å opprettholde de avtalte kvalitetskravene. Det er ikke mulig å lage en uttømmende liste over hvordan tilbyderne kan dokumentere en stabil hastighet, men dette er punkter som må besvares av tilbyderne i sitt tilbud:

- 4) Utbyggingskontrakter skal (iht. **4.1, 1)**) inneholde en forpliktelse om at tilbyder skal kunne måle og dokumentere hastighet på internettilknytningen i sluttbrukerens hjemmenett over tid.
- 5) Utbyggingskontrakter skal (iht. **4.1, 2)**) inneholde en forpliktelse om at tilbyder overvåker IP-nettet og kunne dokumentere at kvalitetsparameter overholder nivåer som tillater tidskritiske applikasjoner fra og til sluttbruker.
 - a) Pakketap (< 2%).
 - b) Tidsforsinkelse ende-til-ende (< 300 ms).
- 6) Utbyggingskontrakter skal for løsninger i mobilnettet (iht. **4.1 3)**) inneholde en forpliktelse om at tilbyder selv skal initiere tiltak (f.eks. utvide eksisterende stasjoner med flere frekvensbånd eller bygge nye basestasjon) hvis den totale kapasitetsutnyttelsen i form av total båndbredde tilgjengelig på basestasjonen(e) overstiger 70 prosent i lengre perioder av døgnet. Det må tas ekstra hensyn til forhold som kan endre seg over tid:
 - a) Sesongvariasjoner forårsaket av fritidsboliger.
 - b) Økende trafikkbelastning fra abonnentene.

¹³ I tråd med foreløpig anbefaling fra BEREC, vil Nkom ikke definere travel time ettersom dette vil kunne variere mellom ulike nett og ulike geografiske områder. Det er derfor opp til utbygger å bestemme hvordan travel time defineres.

- 7) Utbyggingskontrakter skal inneholde en forpliktelse til å opprettholde ytre forhold som sikrer at signalstyrken er god for sluttbruker i hele kontraktsperioden, dette uten ekstra kostnader for sluttbruker.

Tilbyderne kan ha ulike rutiner/prosesser for å analysere og dokumentere dette på, alt etter den teknologiske løsningen som er benyttet. Ved usikkerhet om hvorvidt dokumentasjonen er tilstrekkelig, skal Nkom kontaktes for ytterligere veiledning.

4.3 Vurdering av NGA-egenskaper i eksisterende trådløse nett

Dersom det finnes tilbud til husholdninger og virksomheter med en hastighet på 30 Mbit/s eller høyere pr. i dag, så er det ikke grunnlag for å bygge ut med offentlig støtte. Forvalter av statsstøttemidler skal ikke tildele tilskudd til prosjekter hvor:

- 8) Tilbyder har planlagt trådløse nett som kan oppfylle krav iht. 4.1 punkt 1), 2) og 3) i løpet av de kommende 3 årene.
- 9) Tilbyder kan dokumentere at områder utlyst for utbygging med statsstøttemidler har tilgang til trådløst nett som kan tilby et bredbåndsprodukt som oppfyller krav iht. 4.1 punkt 1), 2) og 3).
 - a) For slike områder skal det legges fram historisk data som understreker at det (over tid) har vært nok tilgjengelig kapasitet i form av ledig båndbredde på basestasjon.

4.4 Vurdering av NGA-egenskaper i nye trådløse nett

Kontrakter skal besvare punkter om hvordan de vil oppfylle og vedlikeholde en stabil tjeneste iht. kapittel 4.1 og forpliktelse til å opprettholde kvalitetsnivå i en periode på minimum 10 år iht. kapittel 4.2.

5 Samlet vurdering

Kabelbasert infrastruktur vil i noen tilfeller være den mest kostnadseffektive og formålstjenlige måten å bygge ut bredbånd på, men trådløse nett vil kunne være konkurransedyktige i andre tilfeller. Det er viktig at flere teknologiske løsninger for utbygning av infrastruktur vurderes for å sikre en kostnadseffektiv og formålstjenlig løsning for tilgang til internett, som er i tråd med statsstøtteregelverket.

Når det vurderes å gi statsstøtte til utbygging av trådløse nett, så er det kritisk å ta høyde for at ytelsen til trådløse nett avhenger av tilgjengelige frekvensbånd, dekningsforholdene på lokasjonen og antall samtidige brukere for å sikre stabilitet i trådløse nett.

Statsstøtteregulverk legger ikke plikter direkte på tilbydere som mottar statsstøtte utover en evt. tilbakekreving ved bruk av midler i strid med statsstøtteregulverket. Prosjekteier i tilskuddsprosjekter (vanligvis kommune eller fylke) må sørge for pliktene som pålegges tilbyder løses på avtalerettslig grunnlag, dvs. at konkurransegrunnlaget og den endelige kontrakten inntar krav som sikrer at tilbyder av trådløse nett oppfyller NGA-kvalitet i tråd med nasjonale krav.

Dedikerte trådløse nett håndterer ikke nomadiske brukere og vil derfor være sammenlignbart med fastnett ettersom nettoperatøren til enhver tid vet nøyaktig hvor mange kunder kapasiteten skal deles på. Kapasiteten er likevel delt, og i enkelte tilfeller brukes fribruksbånd som vil stille strengere krav til lokale dekningsanalyser og/eller teknikker for å motvirke effekten av interferens. Dedikerte trådløse nett som er tilgjengelige på markedet i dag, kan under optimale forhold levere bredbåndsprodukter med hastigheter som kan aksepteres som NGA- og etter hvert trolig også som VHCN. Nkom sin vurdering er at dedikerte trådløse nett trolig kan benyttes til å levere fast trådløs tilknytning i tråd med nasjonale krav, i henhold til statsstøtteregulverket, med forbehold om at fri sikt opprettholdes mellom sender og mottagerutstyr.

Vanlige mobile løsninger som gir mobilt bredbånd med relativt små datapakker uten noe spesiell garanti for et godt signal hos sluttbruker eller ledig kapasitet på basestasjonen, anses ikke som gode nok til å gi tjenestekvalitet i tråd med kravene til NGA-nett. Produkter som tilbyr **fast trådløs tilknytning i mobilnettene** vil derimot ved hjelp av dedikert mottagerutstyr kunne gi brukeren en større sikkerhet for en stabil tjeneste og kunne tilby tilnærmet ubegrenset datakvote som er i tråd med krav i statsstøtteregulverket¹⁴. Ettersom kundene av fast trådløs tilknytning i mobilnett deler kapasitet med øvrige mobilkunder, er det essensielt at mobiloperatørene sørger for at det er nok kapasitet på basestasjoner og at dedikert utstyr sikrer et har et godt signal hos sluttbruker. Nkom mener at mobilnettene i veldig spredtbygdeområder kan innfri NGA-krav og vil spille en viktig rolle i å gi et godt bredbåndstilbud til husstander som ikke får tilbud om faste bredbåndsforbindelser. Nkom mener det er sannsynlig at en opplevd hastighet på over 100 Mbit/s kan være normalen i 2022 også for mer landlige områder.

Med innføring av 5G introduseres flere mekanismer som gjør det lettere for en tilbyder å håndtere etterspørsel etter kapasitet fra ulike kategorier av brukere. Selve radiogrensesnittet for 5G er mer effektivt enn for 4G, og dette, i kombinasjon med mekanismer i kjernenettet,

¹⁴ Inntil ESA har vurdert spørsmålet om struping av datahastighet etter månedlig forbruk over 1 Terabyte datavolum, vil ikke løsninger som har slike begrensninger bli godkjent.

legger til rette for at kunder som benytter fast trådløs tilknytning også i perioder med varierende belastning kan motta forventet kapasitet.

For geostasjonære satellittsystemer er avstanden mellom brukeren, satellittene og jordstasjon svært lang her i Norge. Dette fører til forsinkelser som vil gjøre det vanskelig å bruke applikasjoner som er følsomme for forsinkelser, slik som taleoverføring og nettspill. Etter Nkoms vurdering vil ikke slike systemer levere tjenestekvaliteten som innfrir NGA-krav i tråd med nasjonale krav.

For lavbanesatellitt systemer vil satellittene befinne seg i kortere avstand fra brukeren. Dette gjør at tjenestene vil ha forsinkelser som er sammenlignbare med vanlige bakkebundne tjenester. I tillegg vil systemene som kommer fra Starlink og OneWeb kunne tilby bredbåndsprodukter med høye båndbredder, global dekning og akseptabel pris. Løsningen vil være aktuell å vurdere som NGA-nett når systemet er opp og går.