



# Analyse av bredbåndsbehovet til norske sluttbrukere frem mot 2030

*Rapport utarbeidet for Nkom*

## Om Oslo Economics

*Oslo Economics utreder samfunnsfaglige problemstillinger og gir råd til bedrifter, myndigheter og organisasjoner. Våre analyser kan være et beslutningsgrunnlag for myndigheter, et informasjonsgrunnlag i rettslige prosesser, eller for interesseorganisasjoner. Vi forstår problemstillingene som oppstår i skjæringspunktet mellom marked og politikk.*

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

## Tele, media og IKT

*Oslo Economics er blant de ledende analyse- og rådgivningsmiljøene innenfor telekom, media og IKT i Norge. Vi har særlig innsikt i hvordan myndighetene utøver reguleringen av tele- og mediemarkedene.*

*Vi har omfattende erfaring med å utføre analyser knyttet til blant annet virkninger av oppkjøp i telemarkeder og problemstillinger som grenser til regulering av ekommarkeder.*

*Oslo Economics har utført oppdrag for både leverandører av ekomtjenester, reguleringsmyndigheter og departementer knyttet til ulike typer problemstillinger innen tele, media og IKT.*

*Analyse av bredbåndsbehovet til norske sluttbrukere frem mot 2030 /OE-rapport 2023-28*

© Oslo Economics, 3. mai 2023

Kontaktperson:

Jostein Skaar / Partner

[jsk@osloeconomics.no](mailto:jsk@osloeconomics.no), Tel. +47 959 33 827

# Innhold

<b>Sammendrag og konklusjoner</b>	<b>4</b>
<b>1. Bakgrunn og metode</b>	<b>7</b>
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Informasjonskilder	7
1.3 Rapportens oppbygning	7
<b>2. Makroframskrivinger av tilgang og bruk av bredbånd</b>	<b>8</b>
2.1 Nedlastings- og opplastingshastighet	8
2.2 De fleste husholdninger har tilgang til en rask bredbåndsforbindelse – enda flere vil ha tilgang i 2030	10
2.3 Utvikling av datavolum	10
2.4 Andre forventede utviklingstrekk mot 2030	11
<b>3. Mikroframskrivinger av bredbåndsbehov</b>	<b>12</b>
3.1 Om mikroframskrivinger av bredbåndsbehov	12
3.2 Brukergrupper	12
3.3 Tjenesters krav til bredbånd	13
3.4 Brukergruppers bredbåndsbehov	16
<b>4. Bredbåndsteknologier som forventes å dekke behov i 2030</b>	<b>23</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>27</b>

## Sammendrag og konklusjoner

*På oppdrag fra Nkom har Oslo Economics gjennomført en analyse av fremtidig bredbåndsbehov for sluttbrukere frem mot 2030. Analysene er utført med utgangspunkt i makroframskrivninger basert på aggregerte data, og mikroframskrivninger basert på analyser av ulike brukergruppers bredbåndsbehov i 2030. Mikroframskrivingene er avgrenset til de tre stiliserte brukergruppene i) husholdning med lavt bredbåndsbehov, ii) digital husholdning og iii) liten bedrift. På bakgrunn av mikroframskrivingene vurderes det videre hvorvidt ulike bredbåndsteknologier forventes å dekke brukergruppens bredbåndsbehov i 2030. Analysen angir et intervall med nedre og øvre estimat for bredbåndsbehov for brukergruppene.*

*Basert på mikroframskrivingene forventer vi at fiber vil dekke behovet for samtlige brukergrupper, mens hybrid fiber/kabel-TV basert bredbånd (HFC) ved dagens teknologiske standard forventes å dekke husholdning med lavt bredbåndsbehov, samt nedre estimat for digital husholdning og liten bedrift. Fremtidig implementering av nye teknologiske standarder for HFC og grad av utbredelse av AR/VR teknologi forventes å ha betydning for i hvilken grad HFC vil dekke brukergrupper med høyest behov. Ved eventuell fremtidig implementering av nyere teknologiske standarder og oppgradering av HFC-nett forventes også hybrid fiber å dekke behovet for samtlige brukergrupper. Gitt egenskapene ved dagens teknologi, dekker fast trådløst bredbånd (FTB) behovene til opp- og nedlastingshastighet for husholdning med lavt bredbåndsbehov, samt den digitale husholdningen i nedre estimat. I et fremadskuende perspektiv vil FTB, basert på 5G, også kunne dekke brukergruppene med høyt behov.*

### Om analysen

Oslo Economics har på oppdrag for Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom) analysert norske sluttbrukeres behov for bredbånd i 2030. Analysen er basert på samme tilnærming som Copenhagen Economics benyttet i en tilsvarende analyse av bredbåndsbehovet i Danmark i 2019 på oppdrag fra Energistyrelsen i Danmark.

Prognoser for bredbåndsbehovet beregnes basert på henholdsvis makro- og mikroframskrivninger av bredbåndsbehovet. Makroframskrivingene bygger på historiske data og vekstrater, og tar dermed ikke direkte høyde for teknologisk utvikling og forventet utvikling i bruk av ulike tjenester fremover. Mikroframskrivingene tar derimot utgangspunkt i ulike brukergruppers forventede bruk av ulike relevante tjenester («underliggende tjenester») i 2030, og hvilke krav de aktuelle tjenestene forventes å stille til bredbåndet. I analysen foretar vi mikroframskrivninger av bredbåndsbehovet avgrenset til tre brukergrupper:

- Husholdning med lavt bredbåndsbehov
- Digital husholdning
- Liten bedrift (inntil 10 ansatte)

Mikroframskrivingene belyser ulike brukertypers behov for hastighet, latency og pålitelighet. Vi beregner nedre og øvre grenser for ned- og opplastingshastighet for brukergruppene. Analysen er gjennomført med utgangspunkt i offentlige tilgjengelige data, intervjuer med ulike fagpersoner og markedsaktører, innhentet informasjon gjennom tidligere undersøkelser og annen relevant litteratur samt egne vurderinger.

### Makroframskrivninger av tilgang og bruk av bredbånd

Framskrivninger på makronivå gjelder de bredbåndsproduktene som forventes at husholdningene faktisk tar i bruk mot 2030. Disse framskrivningene er naturligvis usikre da de avhenger av hva slags produkter som tilbys av bredbåndsleverandørene og til hvilke priser. Bredbåndsproduktene som faktisk tas i bruk sammenfaller heller ikke nødvendigvis en-til-en med husholdningenes faktiske behov.

Framskrivingene er basert på historiske vekstrater og er svært usikre. Vi forventer en konvergens på ned- og opplastingshastighet som følge av en økende andel fiberbrukere. Med utgangspunkt i historiske vekstrater

estimerer vi en gjennomsnittlig nedlastningshastighet på rundt 600 Mbit/s i 2030. Høyeste og laveste prognose ligger på henholdsvis 1200 og 215 Mbit/s i 2030.

Dagens bredbåndsinfrastruktur, og den utviklingen i infrastrukturen som forventes av oppgraderinger, vil trolig kunne håndtere vekstprognosene mot 2030.

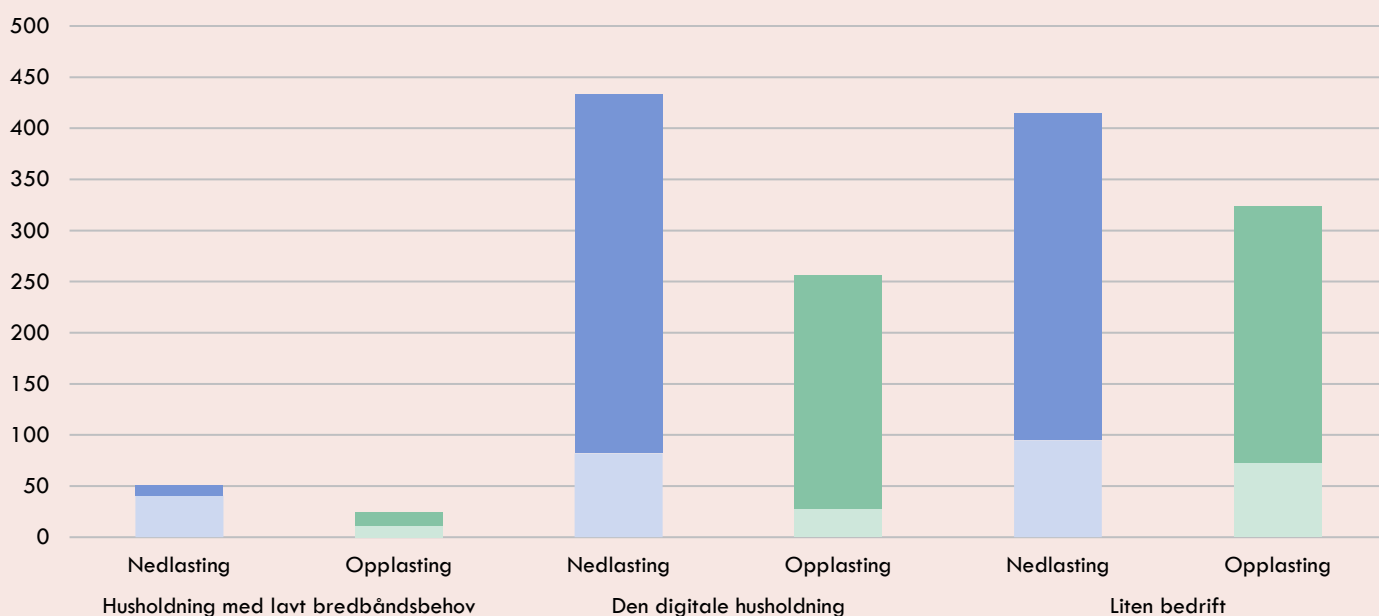
Vi forventer videre at en økende andel av datatrafikk vil gå over mobilnettet mot 2030, men vi forventer at fast bredbånd fortsatt vil stå for en vesentlig høyere andel av husholdningenes dataforbruk.

### Bredbåndsbehov basert på mikroframskrivinger

Våre estimater av behov for opp- og nedlastingshastighet (Mbit/s) hos brukertyper, med øvre og nedre grenser, fremgår i Figur 1-1. Vi finner at en **husholdning med lavt bredbåndsbehov** har et behov for nedlastingshastighet på 50 Mbit/s i det øvre estimatet, og 40 Mbit/s i det nedre estimatet. Behov for opplastingshastighet ligger på 25 og 10 Mbit/s for henholdsvis det øvre og nedre estimatet. Bruk av videomedier er en viktig driver for behovet. Latency er ikke av stor betydning for en husholdning med lavt bredbåndsbehov, ettersom ingen av tjenestene denne brukergruppen forventes å benytte stiller nevneverdige krav om lav latency. Pålitelighet er tilsvarende av mindre betydning for denne brukergruppen, ettersom husholdningen ikke er kritisk avhengig av tilgjengelighet og stabilitet i internettforbindelsen og generelt vil kunne fungere gjennom korte avbrudd i tilgangen til internett.

**Den digitale husholdningen** har et behov for nedlastingshastighet på 435 Mbit/s i det øvre estimatet, og 80 Mbit/s i det nedre estimatet. Behov for opplastingshastighet ligger på 255 og 30 Mbit/s for henholdsvis det øvre og nedre estimatet. Tilsvarende som for husholdningen med lavt bredbåndsbehov er videomedier en viktig driver for behovet for nedlastingshastighet. I tillegg har IoT/M2M en større betydning for behovet for denne gruppen. AR og VR-teknologi samt cloud-gaming har også stor betydning for behovet for gruppen i det øvre estimatet. Det omfattende kravet til opplastingshastighet for AR og VR står for en stor del av det samlede behovet for opplastingshastighet. Det understrekes at det er betydelig usikkerhet knyttet til bruk av disse teknologiene mot 2030, og hvis AR- og VR-applikasjoner utelates fra estimatene minskes behovet for både opp- og nedlastingshastighet med 200 Mbit/s i aktuelle tilfeller. Latency er av betydning for en digital husholdning, hovedsakelig ettersom AR, VR og cloud-gaming stiller krav om lav latency. Pålitelighet er av en viss betydning for den digitale husholdningen ettersom den i stor grad benytter digitale tjenester. Selv den digitale husholdningen ventes imidlertid generelt å fungere gjennom korte avbrudd i tilgangen til internett, og vurderes ikke å være kritisk avhengig av internettforbindelsen.

Figur 1-1: Estimert behov for opp- og nedlastingshastighet (Mbit/s) i 2030 hos brukertyper med øvre og nedre grenser



Note: Øvre grense illustrert i mørk fargetone og nedre grense illustrert i lys fargetone.

Brukergruppen **en liten bedrift** har et behov for nedlastingshastighet på 415 Mbit/s i det øvre estimatet, og 95 Mbit/s i det nedre estimatet. Behov for opplastingshastighet ligger på 310 og 65 Mbit/s for henholdsvis det øvre og nedre estimatet. Denne brukergruppen benytter sammenlignet med husholdningsbrukergruppene et større omfang IoT og M2M og skytjenester. Videre er behovet også for en liten bedrift i stor grad drevet av video-tjenester, i tillegg til AR og VR i det øvre estimatet. Kravet til latency for en liten bedrift kommer av behovet for lav latency ved bruk av AR- og/eller VR-løsninger. Det er derimot stor usikkerhet ved innføringen og utbredelsen av disse løsningene mot 2030. Det strenge kravet til lav latency bortfaller i tilfelle VR-løsninger ikke anvendes. Pålitelighet er av en større betydning for denne brukergruppen, sammenlignet med de to foregående.

#### Bredbåndsteknologier som er forventet å dekke behovet

Vi foretar basert på innhentet informasjon en vurdering av hvorvidt bredbåndsteknologiene fiber, HFC (Kabel-TV-nett), fast trådløst bredbånd, mobilt bredbånd (5G) og satellittbasert bredbånd (lavbane), er forventet å dekke fremtidig bredbåndsbehov.

Fiber har høy ytelse, og fiberteknologi muliggjør i stor grad investeringer som øker ytelse. Videre kan mange personer i det samme geografiske området benytte fiber uten at det i betydningsfull grad går på bekostning av kapasitet i nettet. HFC, under den teknologistandarden som er mest utbredt i dag (DOCSIS 3.0), dekker behovet til en husholdning med lavt bredbåndsbehov og en digital husholdning i nedre estimatet, men vil ikke møte behovet for opplastingshastighet for digital husholdning eller liten bedrift i øvre grense. Under nyere teknologistandarder (DOCSIS 3.1 og 4.0) vil HFC-teknologien møte behovet også i øvre grense-scenariene. HFC basert på DOCSIS 3.0-standard vil være nære å dekke opplastingshastighetsbehov for digital husholdning i øvre estimat, dersom AR- og VR-teknologi utelates fra vurderingen, mens opplastingsbehovet for en liten bedrift fortsatt vil være en del mer omfattende.

Gitt egenskapene ved teknologien per i dag, møter fast trådløst bredbånd krav til opp- og nedlastingshastighet for husholdning med lavt bredbåndsbehov samt den digitale husholdningen i nedre estimat. I mikro-framskrivingene er det særlig kravene til opplastingshastigheter som har betydning for i hvilken grad brukergruppens behov møtes. Det er usikkerhet knyttet til i hvilken grad fast trådløst bredbånd eller mobilt bredbånd i stort omfang kan fungere som et alternativ for digitale husholdninger og bedrifter. Mobilbasert internett innehar det teknologiske potensialet til å levere svært høye ned- og opplastingshastigheter. Teknologien kan imidlertid møte kapasitetsutfordringer hvis mange benytter teknologien samtidig. I hvilken grad mobilbasert internett i stort omfang kan dekke digitale husholdningers og bedrifters behov vil derfor avhenge av teknologisk utvikling og grad av investeringer i kapasitet i mobilnettet.

Lavbanesatellitter gir ikke hastigheter på nivå med fiberbredbånd eller mobilbasert bredbånd (5G). Derimot kan lavbanesatellitter være relevant i mer avsidesliggende strøk der det ikke er mobilnett, eller som komplement til annen bredbåndsteknologi.

# 1. Bakgrunn og metode

Oslo Economics har på oppdrag for Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom) analysert bredbåndsbehovet for norske sluttbrukere frem mot 2030. Vi redegjør her for bakgrunnen for oppdraget og informasjonsgrunnlaget for analysen.

## 1.1 Bakgrunn

Nasjonal kommunikasjonsmyndighet («Nkom») er utøvende tilsyns- og forvaltningsmyndighet for tjenester innen elektronisk kommunikasjon. Nkom skal gjennom markedsreguleringen sikre at ekomlovens formål om bærekraftig konkurranse i markeder innen elektronisk kommunikasjon oppnås. Som ledd i dette arbeidet definerer Nkom relevante markeder og vurderer om aktører innehar sterk markedsposisjon. Aktører som har sterk markedsposisjon ilegges særskilte forpliktelser for å fremme konkurransen i markedet. Som ledd i arbeidet med markedsregulering har Nkom behov for mer kunnskap om fremtidig utvikling av norske sluttbrukere sitt bredbåndsbehov.

Denne analysen, av bredbåndsbehovet frem mot 2030, bidrar til kunnskap om fremtidig utvikling av bredbåndsbehov i Norge. Analysen har tatt utgangspunkt i tilnærmingen benyttet av Copenhagen Economics i deres analyse av bredbåndsbehovet i Danmark 2025-2030 (Copenhagen Economics, 2019), et arbeid som ble gjennomført på oppdrag fra Energistyrelsen i Danmark i 2019.

Analysen av bredbåndsbehovet hos norske sluttbrukere omfatter, i likhet med analysen for Danmark, både makro- og mikroframskrivninger. I kapittel 2 presenterer vi makroframskrivninger av bredbåndsbehov, mens vi presenterer mikroframskrivningene i kapittel 3.

## 1.2 Informasjonskilder

Analysen er utgangspunkt intervjuer med ulike fagpersoner og markedsaktører, offentlig tilgjengelige data, innhentet informasjon gjennom tidligere undersøkelser og annen relevant litteratur samt egne vurderinger.

### Intervjuer

Vi har gjennomført intervju med følgende aktører:

- Telia
- Telenor
- NextGenTel
- Altibox
- Global Connect
- Ice
- NRK Beta

### Offentlig tilgjengelig data

Vi har i analysen benyttet data fra følgende offentlig tilgjengelige kilder:

- Ekomstatistikken fra Nkom
- Data fra Nettfart.no ved Nkom
- Statistikk om bruk av IKT i næringslivet og husholdningene fra SSB
- OECD Broadband statistics

### Dokumenter og litteratur

I analysen har vi benyttet ulike skriftlige kilder og dokumentasjon, herunder har vi sett hen til Copenhagen Economics' analyse av bredbåndsbehovet i 2025-2030 i Danmark (Copenhagen Economics, 2019). Det vises til referanseliste i kapittel 5 for oversikt over benyttede kilder.

### Egne vurderinger

Informasjonen som er innhentet gjennom skriftlige kilder og intervjuer utgjør informasjonsgrunnlaget i analysen. Vi har i tillegg støttet oss på egne vurderinger. Egne vurderinger er basert på Oslo Economics tidligere erfaring med å gjennomføre prognoser og framskrivninger fra andre prosjekter og kjennskap til metoder for å vurdere slike analyser.

Det understrekes at beregninger som fremkommer ikke er presise estimat, men anslag med betydelig usikkerhet, basert på tilgjengelig informasjonsgrunnlag.

## 1.3 Rapportens oppbygning

Rapporten er strukturert som følger:

- Kapittel 2 presenterer våre makrofremstillinger for bruk og tilgang av bredbånd
- Kapittel 3 presenterer våre mikroframskrivninger av bredbåndsbehov
- Kapittel 4 gir en beskrivelse av ulike teknologiers mulige dekning av bredbåndsbehovet i 2030

## 2. Makroframskrivinger av tilgang og bruk av bredbånd

I dette kapitlet presenteres framskrivinger på makronivå med hensyn til ned- og opplastingshastighet og datavolum på fast bredbånd.

Framskrivingene gjelder de hastighetene som faktisk blir tatt i bruk av husholdningene. Dette avhenger av hva slags produkter som tilbys av bredbåndsleverandørene og til hvilke priser.

Dette sammenfaller ikke nødvendigvis en-til-en med husholdningenes faktiske behov.

Framskrivingene er basert på historiske vekstrater og er svært usikre. Dagens bredbåndsinfrastruktur, og den utviklingen i infrastrukturen som forventes av oppgraderinger, vil trolig kunne håndtere vekstprognosene mot 2030.

### 2.1 Nedlastings- og opplastingshastighet

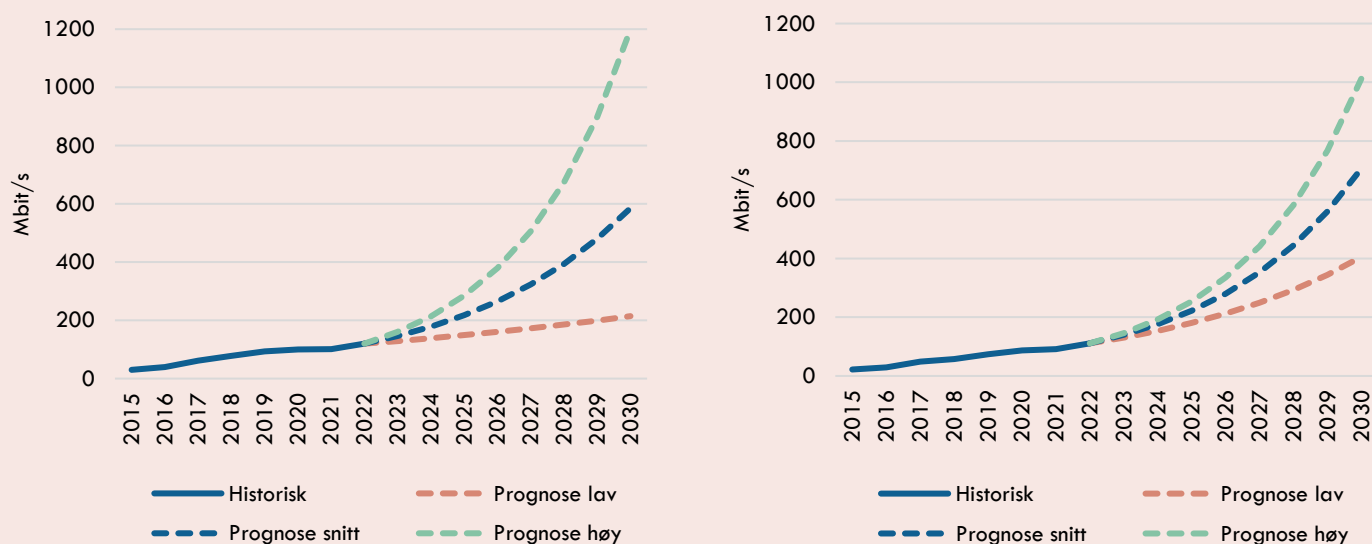
Prognosene for ned- og opplastingshastighet er basert på hva husholdningene faktisk kommer til å bli tilbudt og kjøpe – ikke nødvendigvis det faktiske behovet.

For prognosene opp- og nedlastningshastighet har vi tatt utgangspunkt i gjennomsnittshastigheter fra tjenesten nettfart.no, presentert i Figur 2 i rapporten «Internett i Norge – Årsrapport 2022» fra Nkom (Nkom, 2022). Tjenesten måler maksimal opp- og nedlastingshastighet.

#### 2.1.1 Nedlastingshastighet

Historisk nedlastingshastighet og prognoser er illustrert i Figur 2-1. Disse viser en gjennomsnittlig nedlastingshastighet på 30 Mbit/s i 2015 til 120 Mbit/s i 2022. Dette innebærer en firedobling på sju år og en gjennomsnittlig vekstrate på 22 prosent. Det er imidlertid stor variasjon i vekst år-for-år. Dette betyr at selv om historiske vekstrater er representative for fremtidig vekst, så vil også fremtidig vekst være usikker på bakgrunn av få og varierende observasjoner. Videre vil små variasjoner i høye

Figur 2-1: Nedlastningshastighet (venstre) og opplastingshastighet (høyre). Historiske tall og prognoser



Kilde: Prognoser ved Oslo Economics. Historiske tall basert på gjennomsnittlige måleresultater fra nettfart.no, som presentert i Figur 2 i Nkom, Internett i Norge – Årsrapport 2022, juni 2022

**Merknad – nedlastingshastighet:** «Prognose snitt» legger til grunn en årlig vekstrate i 2023-2030 som tilsvarende historisk årlig vekstrate i 2015-2022 (22%). «Prognose lav» og «Prognose høy» legger til grunn en årlig vekstrate i 2023-2030 som tilsvarende hhv. nest-laveste (8%) og nest-høyeste (33%) observerte årlige vekst i perioden 2015-2022.

**Merknad – opplastingshastighet:** «Prognose snitt» legger til grunn en årlig vekstrate i 2023-2030 som tilsvarende historisk årlig vekstrate i 2015-2022 (26%). «Prognose lav» og «Prognose høy» legger til grunn en årlig vekstrate i 2023-2030 som tilsvarende hhv. nest-laveste (18%) og nest-høyeste (32%) observerte årlige vekst i perioden 2015-2022.



vekstrater kunne gi store utslag i prognoser flere år frem i tid.

Vi har derfor utarbeidet usikkerhetsintervall for fremtidig gjennomsnittlige nedlastingshastighet på bakgrunn av hhv. gjennomsnittlig historisk vekst og nest-høyeste og nest-laveste observerte årlige vekstrate for perioden 2015-2022.

I vår snittprognose for 2030 beregner vi en gjennomsnittlig nedlastingshastighet på ca. 600 Mbit/s i 2030. Vår høye og lave prognose for 2030 er på henholdsvis cirka 1200 og 215 Mbit/s.

Hvis vi sammenligner disse prognosene med tilsvarende analyse ved Copenhagen Economics (CE) (2019) i Danmark, ligger vår høye prognose omtrent likt med CE sin prognose basert på historisk vekstrate, mens vår lav prognose ligger noe under CE sin prognose basert på vekstrater basert på en analyse av Cisco (2020).<sup>1</sup>

### 2.1.2 Opplastingshastighet

Tilsvarende historiske data og prognoser for utlastingshastighet er illustrert i Figur 2-1. Disse viser en gjennomsnittlig opplastingshastighet på 22 Mbit/s i 2015 og 111 Mbit/s i 2022. Dette innebærer en femdobling på sju år og en gjennomsnittlig årlig vekstrate på 26 prosent. I likhet med nedlastingshastighet er det stor variasjon i vekst år-for-år – som også innebærer stor usikker i prognoser basert på historisk vekst. Vi har derfor også utarbeidet usikkerhetsintervall etter samme metode som for nedlastingshastighet.

I vår snittprognose for 2030 beregner vi en gjennomsnittlig opplastingshastighet på ca. 700 Mbit/s i 2030. Vår høye og lave prognose for 2030 er på hhv. ca. 1000 og 400 Mbit/s. Vi bemerker at prognosene for opplastingshastighet faktisk ligger noe over prognosene for nedlastingshastighet. Dette er som følge av høyere historiske vekstrater på opplastingshastighet. Det er imidlertid sannsynlig at vi vil se en viss konvergens mellom opp- og nedlastingshastighet som *tilbys* når en større andel av husholdningene benytter seg av tilknytningsformer med symmetrisk hastighet.

Vår lave prognose er i tråd med CE sin prognose i Danmark basert på historiske vekstrater. Øvrige scenarier ligger våre prognoser for opplastingshastighet vesentlig høyere enn prognosene ved CE.

### 2.1.3 Hva driver veksten i hastighet?

Historisk vekst og prognoser er i en vesentlig grad drevet av endringer tilknytningsform samt hvilke hastigheter som tilbys av bredbåndsleverandørene.

I løpet av de siste årene har vi sett en skarp nedgang i antall abonnemeter med kobberbasert bredbånd (DSL) – og disse har i all hovedsak byttet til fiber og til noen grad mobilbasert bredbånd (FWA). Samtidig ser vi en mer gradvis nedgang i kabel-TV-basert bredbånd (HFC). Også her byttes det i hovedsak til fiber.

Overgangen til fiber forklarer en del av økningen i nedlastingshastighet og mye av økningen i opplastingshastighet. Teknologien tillater symmetriske hastigheter og, fiber har høyere potensiell hastighet enn andre tilknytningsformer. Leverandører av fiber har en tendens til å tilby høyere hastigheter enn andre tilknytningsformer – men også tilbyder av f.eks. HFC-bredbånd har økt hastighetene de siste årene.

Prognosene frem i tid vil til en viss grad avhenge av hvor raskt husholdninger bytter til raskere tilknytningsformer, men også hvilke hastigheter leverandørene velger å tilby og til hvilke priser. Dette avhenger i sin tur mye av teknologisk utvikling og brukervaner.

Det er særlig strømming av video som driver behovet for hastigheter – og prognoser for dette driver også usikkerheten. Eksempler på forhold som kan påvirke behovet vesentlig er multicast versus unicast TV-strømming, bruk av skyløsninger og især cloud-gaming, samt i hvilken grad teknologier som VR og AR vil bli brukt i stor skala. Eksempelvis vil AR også kreve en høy opplastingshastighet ettersom man da i prinsippet sender ut høyoppløselig video i flere dimensjoner. Behovet for høye nedlastingshastigheter vil likevel trolig forbli høyere enn for opplastingshastigheter.

Imidlertid vil behovet for en høyere nedlastingshastighet kombinert med en høy andel fiber også gi en høy opplastingshastighet. Dette er fordi at fiberleverandører normalt leverer en like høy opplastings- som nedlastingshastighet.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vi presiserer at Copenhagen Economics legger til grunn medianhastighet, mens vi legger til grunn gjennomsnittshastighet. Disse to størrelsene kan under visse forhold være svært ulike.

<sup>2</sup> Opp- og nedlastingshastighet kommer ikke i konflikt i fiberbredbånd. Altså høy nedlastingshastighet setter ingen begrensninger på opplastingshastighet (og vice versa).

## 2.2 De fleste husholdninger har tilgang til en rask bredbåndsforbindelse – enda flere vil ha tilgang i 2030

En høy andel husholdninger har i dag tilgang til en rask bredbåndsforbindelse. Figur 2-2 viser andel bredbåndsabonnenter på fast bredbånd etter tilknytningsform. Andelen DSL-baserte abonnenter er i dag helt neglisjerbare og 96 prosent av abonnentene har i dag fiber, kabel-TV eller FWA-basert bredbånd.

Disse teknologiene er teknologisk i god stand til å håndtere høye nedlastingshastigheter. Kabel-TV er mer begrenset i å håndtere svært høye opplastingshastigheter, men vil dekke de aller fleste husholdningers behov for opplasting i dag.

Basert på Nkom sin dekningsundersøkelse kan man også undersøke om det er regionale forskjeller. Det er ikke store forskjeller mellom fylker, men det er en viss forskjell mellom tilgang mellom spredtbygde og tettbygde strøk, som illustrert i Figur 2-3.

Vi ser at i tettbygde strøk har 97 prosent i dag tilgang til en 1000 Mbit/s nedlastingshastighet. I spredtbygde strøk er det fortsatt over 25 prosent som ikke har tilgang til 100 Mbit/s nedlastingshastighet. I spredtbygde strøk kan det derfor fortsatt være en vesentlig andel husholdninger som kun i begrenset grad har en bredbåndsforbindelse som vil kunne dekke behov for høyere hastigheter mot 2030.

## 2.3 Utvikling av datavolum

### 2.3.1 Fast bredbånd

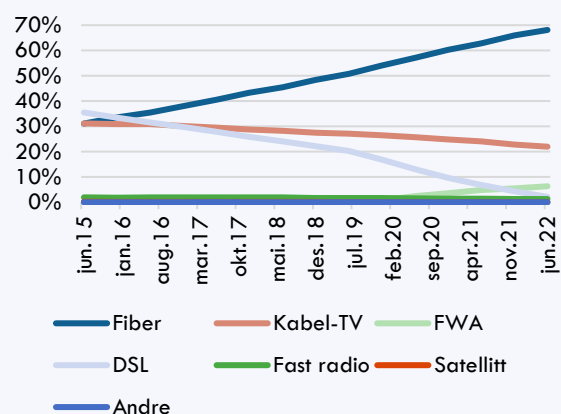
Det foreligger ingen offentlig tilgjengelig statistikk på datavolum knyttet til bredbånd. Gjennom intervjuer har vi fått indikasjoner på historisk årlig vekst i datavolum har vært variert fra 20 til 40 prosent. Det har særlig vært vekst i volum knyttet til etablering av Netflix og tilsvarende strømmetjenester, skytjenester, overgang til unicast-TV mv.

Slik sett synes driverne på datavolum i stor grad å sammenfalle med driverne for hastighet.

### 2.3.2 Mobildata

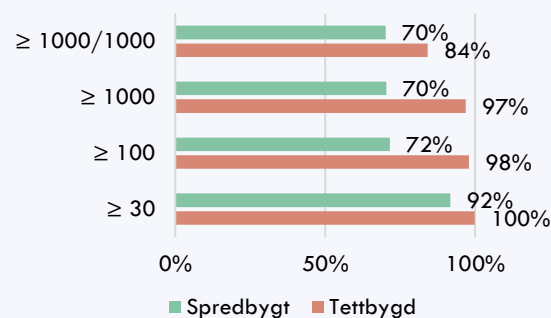
I Ekomstatistikken fra Nkom foreligger volumer på mobildata (inkluderer ikke FWA, altså «fast») bredbånd basert på mobilnettet). Utviklingen i mobildatabruk kan være informativ om utviklingen også for trafikkvolumer på fast bredbånd. For eksempel genererer mobiltelefoner en stor andel av total datatrafikk, og mobiltelefoner står for en vesentlig andel av datavolumet på fast bredbånd.

Figur 2-2: Andel abonnenter på fast bredbånd etter tilknytningsform



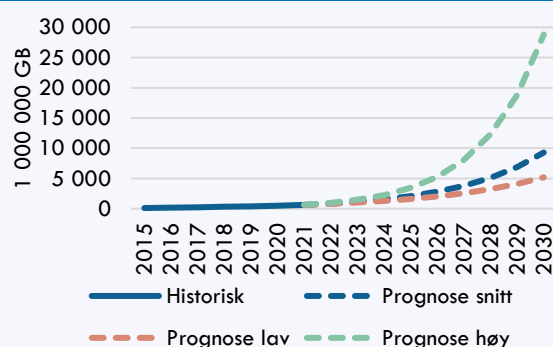
Kilde: Ekomstatistikken fra Nkom, sammenstilt av Oslo Economics

Figur 2-3: Dekning for fast bredbånd for ulike tersker av hastigheter (Mbit/s) fordelt etter spredtbygde og tettbygde strøk. Mobildekning er ikke inkludert



Kilde: Nkom, Bredbånd i Norge 2022, 13. oktober 2022. Data tilgjengelig på [https://ekomstatistikken.nkom.no/#/article/dekning\\_regionalt2022](https://ekomstatistikken.nkom.no/#/article/dekning_regionalt2022)

Figur 2-4: Forbruk av mobildata. Historiske tall og prognoser



Kilde: Prognoser ved Oslo Economics. Historiske tall basert på Ekomstatistikken fra Nkom. Merknad: «Prognose snitt» legger til grunn en årlig vekstrate i 2022-2030 som tilsvarende historisk årlig vekstrate i 2015-2021 (35%). «Prognose lav» og «Prognose høy» legger til grunn en årlig vekstrate i 2023-2030 som tilsvarende hhv. nest-laveste (26%) og nest-høyeste (53%) observerte årlige vekst i perioden 2015-2022.

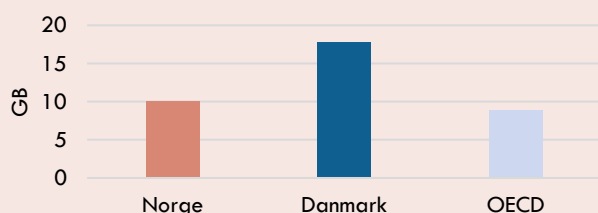
Figur 2-4 viser historisk forbruk av mobildata og prognoser for utviklingen basert på samme metode som foregående prognoser på hastighet. Usikkerhetsspennet er svært stort. Dette skyldes at høye, men usikre vekstrater.

### 2.3.3 Fordeling mellom fast bredbånd og mobildata

I CE sin analyse for Danmark i 2019 ble det gjort prognoser om fordelingen av trafikk på henholdsvis fast bredbånd og mobildata. CE estimerte at mobildata ville stå for omtrent 45 prosent av all datatrafikk i 2030.

Det finnes ikke tilsvarende offentlige tilgjengelige data for Norge som gjør det mulig å kartlegge fordelingen mellom fast og mobil datatrafikk i dag. Vi vurderer imidlertid at det er lite sannsynlig at mobildata skal stå for en tilsvarende andel av datatrafikken i 2030 som hva CE anslår i Danmark. Dette skyldes blant annet at forbruk av mobildata er langt lavere enn i Danmark i dag. Figur 2-5 viser gjennomsnittlig månedlig forbruk av mobildata i Norge, Danmark og OECD. I henhold til disse tallene har Danmark i dag et mobildataforbruk som ligger over 75 prosent høyere enn i Norge, mens man i Norge har et forbruk som ligger omtrent som OECD-gjennomsnitt.

**Figur 2-5: Gjennomsnittlig månedlig forbruk av mobildata i Norge, Danmark og OECD**



Kilde: OECD Broadband statistics. Mobile data usage per mobile broadband subscription per month, June 2022. Tilgjengelig på <http://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics/>

Videre fremstår konkurransesituasjonen innen mobiltjenester i Norge og Danmark som så ulik,<sup>3</sup> at framskrivinger for mobildata for Danmark i liten grad vil være informative for Norge.

Samtidig kan fast mobilt bredbånd (FWA) i en større grad være en løsning for enkelte husholdninger i Norge enn i Danmark – ettersom geografien vår tilsier en større andel spredtbygde områder der investeringskostnader i fast nett er særlig høye.

Samlet fremstår det imidlertid som sannsynlig at andelen mobildata vil være merkbart lavere i Norge enn i Danmark i 2030.

<sup>3</sup> Per 2023 tilbyr danske mobiloperatører betydelig mer data per krone sammenlignet med Norge.

## 2.4 Andre forventede utviklingstrekk mot 2030

### 2.4.1 Nye bruksmønstre under pandemien vil fortsette

I intervjuer peker flere på at pandemien har endret norske sluttbrukeres bruk av internett. Under pandemien ble det for mange nødvendig å ta i bruk digitale løsninger som en ikke benyttet tidligere, og mange benyttet digitale løsninger mer enn tidligere. Samlet økte bruken av videomøter/videokonferanser, dataspill, og strømming mye i Norge under pandemien.

Våre informanter forventer at en husholdning som har tatt digitale steg under pandemien, ikke vil bevege seg tilbake til tidligere nivå, selv om eksempelvis mange møter igjen gjennomføres fysisk etter pandemien. Det uttrykkes i intervjuer forventning om at sluttbrukere vil fortsette å benytte digitale tjenester på et høyere nivå enn før pandemien. Dette er et aspekt som vi tar med oss i vår videre analyse, og som skiller seg fra tidligere utførte undersøkelser ved Copenhagen Economics i 2019 og altså før pandemien. Vi legger i det videre til grunn at nivået for bruk av sentrale tjenester generelt har økt som følge av pandemien. Eksempelvis antar vi at en husholdning med lavt bredbåndsbehov før pandemien, vil være kommet over en barriere med hensyn til å ta i bruk digitale plattformer, slik at nivå av benyttede grunntjenester i utgangspunktet er høyere enn før pandemien.

### 2.4.2 Økt behov for sikker kommunikasjon

Videre fremkommer det gjennom intervjuer en forventning om at sikkerhet og sikker kommunikasjon vil få klart større betydning for sluttbrukere av bredbånd i tiden fremover. Bakgrunnen for dette er forventning om økt digitalisering og herunder forventning om at mange enheter i hjemmet vil være koblet til internett, samtidig som aktører som kan tenkes å gjennomføre datainngrep blir stadig mer profesjonelle og trusselbildet endres.

Det forventes at sluttbrukere i økende grad vil være bevisst på sårbarhet, og f.eks. etterspørre sikker kommunikasjon som trygger bruker mot at ingen kan overvåke kommunikasjonen, få tilgang til digital lås på ytterdør med videre.

Vi vurderer at en forventet økt etterspørsel etter sikkerhet i kommunikasjonen kan anses som en tilleggsdimensjon i sluttbrukernes behov for bredbånd, som isolert sett ikke påvirker behov for bredbåndets ytelse.

## 3. Mikroframskrivinger av bredbåndsbehov

I dette kapittelet presenterer vi mikroframskrivinger av bredbåndsbehovet til tre brukergrupper: husholdning med lavt bredbåndsbehov, digital husholdning og liten bedrift.

### 3.1 Om mikroframskrivinger av bredbåndsbehov

Mikroframskrivinger er en tilnærming for å analysere bredbåndsbehovet til norske sluttbrukere i 2030, basert på behovet til forhåndsdefinerte brukergrupper. Mikroframskrivingene belyser ulike brukertypers behov for hastighet, latency og pålitelighet. Hastighet referer i denne sammenheng til opp- og nedlastingshastighet. Latency er tiden fra avsendelse til mottakelse (tidsforsinkelse), mens pålitelighet gir uttrykk for sikkerhet og stabilitet i tilgang til internettforbindelse.

For å kunne estimere brukergruppenes samlede bredbåndsbehov er det nødvendig å gjøre antakelser om hvilke tjenester brukergruppene benytter, og vurdere hvilke krav tjenester har til kapasitet. Ulike tjenester stiller ulike krav til internetthastighet og latency. Bredbåndskravene til tjenestene brukergruppene benytter utgjør det samlede behovet.

Analysen tar utgangspunkt i offentlige tilgjengelige data, intervjuer med ulike fagpersoner og markedsaktører, innhentet informasjon gjennom tidligere undersøkelser og annen relevant litteratur samt egne vurderinger.

### 3.2 Brukergrupper

Mikroframskrivingene av bredbåndsbehovet er avgrenset til tre brukergrupper. Disse er:

- Husholdning med lavt bredbåndsbehov
- Digital husholdning
- Liten bedrift (inntil 10 ansatte)

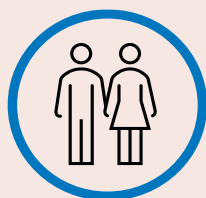
Brukergruppene er i høy grad stiliserte framstillinger, og de to brukergruppene for husholdninger er ment å illustrere relative ytterpunkter i behov. Eksempelvis er den digitale husholdningen definert til å bruke digitale tjenester på alle områder, mens de fleste husholdninger trolig vil være mer digitaliserte på enkelte områder og mindre på andre. Brukergruppene viser hva som driver behov på generelt grunnlag, for det som kan beskrives for mer og mindre digitaliserte husholdninger.

#### Husholdning med lavt bredbåndsbehov

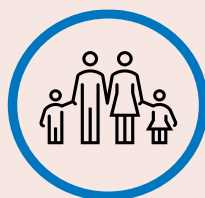
En husholdning med lavt bredbåndsbehov kan forstås som et «minimumsbehov» for bredbåndstjenester. Hva som ligger i begrepet minimumsbehov er mulig å tolke på ulike måter. I intervjuene og analysene har vi tatt utgangspunkt i en husholdning på én til to personer, der husholdningsmedlemmene er relativt lite digitalt aktive sammenliknet med gjennomsnittsbefolkningen. Disse benytter det som kan beskrives som grunnivået av digitale tjenester i den generelle befolkningen.

Grunnivået av digitale tjenester har sett betydelig utvikling de senere år. Covid-19-pandemien har vært viktig faktor i denne sammenheng. Implikasjoner av dette er nærmere omtalt i delkapittel 0.

Figur 3-1: Brukergrupper i mikroframskrivingene



Husholdning med lavt bredbåndsbehov



Den digitale husholdning



Liten bedrift med inntil 10 ansatte

### Digital husholdning

Den digitale husholdningen skiller seg fra brukergruppen – husholdning med lavt bredbåndsbehov – ved at den digitale husholdningen benytter et større omfang av digitale tjenester. Vi forutsetter at den digitale husholdningen er fire husholdningsmedlemmer, som ligger langt framme i adopsjon av digitale løsninger. På dette viset illustrerer denne brukergruppen behovet for de mest krevende internettbrukerne blant husholdninger i 2030.

### Liten bedrift

Brukergruppen – en liten bedrift – forutsetter vi å være en kontorvirksomhet med inntil 10 ansatte. Små og mellomstore bedrifter i Norge utfører en rekke forskjellige aktiviteter, og har ulike behov for tjenester. Dette medfører utfordringer i å avgrense hvilke tjenester de behøver. I anslagene av bredbåndsbehov for gruppen, etterstreber vi å holde behovet på et så generelt grunnlag som mulig ved å tilskrive gruppen behov som gjelder de fleste bedrifter.<sup>4</sup>

## 3.3 Tjenesters krav til bredbånd

Forskjellige internettbaserte tjenester stiller forskjellige krav til bredbånd. Tabell 3-1 gir en oversikt over ulike internettbaserte tjenesters krav til opp- og nedlastingshastighet, latency og pålitelighet. Oversikten er ment å favne hele spektret av tjenester definerte brukergrupper kan benytte.<sup>5</sup>

Vi kategoriserer ulike tjenester inn i mer overordnede grupper:<sup>6</sup>

- Internet of Things (IoT) og machine-to-machine (M2M)
- Sky-løsninger
- Standardtjenester
- Videomedier og -samtaler
- Augmented reality (AR) og Virtual reality (VR)
- Gaming

Våre beskrivelser av tjenestene og krav til bredbånd er basert på hvordan vi forventer at tjenestene vil være i 2030. Dette kan i visse tilfeller være en krevende øvelse som er forbundet med usikkerhet. For eksempel er nettaviser utformet på en annen måte i dag, enn hva som var tilfellet for sju år siden, og utformingen og innholdet i nettaviser kan se

annerledes ut i 2030 sammenlignet med i dag. Usikkerheten gjør seg spesielt gjeldende i tilfeller der de relevante tjenestene og produktene er i en utviklingsfase i 2023. Dette gjelder eksempelvis cloud-gaming og tjenester og produkter basert på AR- og VR-teknologi.

De overordnede gruppene grenser og overlapper til dels med hverandre. Flere av tjenestene inneholder elementer av ulike grupper, men generaliseringen bidrar til formålet om å beskrive brukergruppers behov. Relatert til hvordan analysene våre er basert på forventninger til utforming og innhold i tjenestene i 2030, har det eksempelvis vært en utvikling mot mer videobaserte tjenester på mange områder. Nettaviser og sosiale har blitt mer videobaserte de siste årene, og deler krav til bredbånd i større grad med kategorien videomedier og -samtaler, enn hva som var tilfellet noen år tilbake.

I det følgende gir vi korte beskrivelser av hver av tjenestegruppene vi benytter i våre analyser av sluttbrukeres bredbåndsbehov.

<sup>4</sup> Dette kan medføre at anslagene underestimerer behovet for små bedrifter hvis mange kontorvirksomheter bruker unike tjenester som driver det samlede behovet.

<sup>5</sup> Teknologisk utvikling har historisk sett vært preget av disruptiv innovasjon – nyskaping som forstyrrer eksisterende marked ved å gjøre eksisterende forretningsmodell irrelevant. Som følge av dette er det fullt mulig at de tjenestene vi presenterer ikke fanger spekteret av hvilke tjenester som faktisk brukes i 2030.

<sup>6</sup> Den overordnede kategoriseringen av grupper sammenfaller i stor grad med kategoriseringen i Copenhagen Economics (2019). Denne grupperingen skiller seg ved at kategoriene «Streaming for forbrukere» og «Streaming for innholdsskapere» er erstattet med kategorien «Videomedier og -samtaler». Gruppevideo er flyttet fra kategorien «Standardtjenester» til Videomedier og -samtaler.

**Tabell 3-1: Krav til bredbånd for ulike tjenester**

Tjeneste	Nedlastingshastighet (Mbit/s)	Opplastingshastighet (Mbit/s)	Latency (ms)
<b>IoT og M2M</b>			
Enkle sensorer	0,01	0,01	Mindre relevant
Moderat krevende kommunikasjon	1	1	Mindre relevant
<b>Skyløsninger</b>			
Standard fillagring	5	5	Mindre relevant
Skybasert overvåkning	2	5	Mindre relevant
Skybasert software	20	20	Mindre relevant
<b>Standardtjenester</b>			
Nettsurfing	4	Ikke relevant	Mindre relevant
Sosiale medier	5	5	Mindre relevant
Streaming av lydfiler	0,5	Ikke relevant	Mindre relevant
<b>Videomedier og -samtaler</b>			
Videomedier – HD	7	Ikke relevant	Mindre relevant
Videomedier – 4K	25	Ikke relevant	Mindre relevant
Videomedier – 8K	50	Ikke relevant	Mindre relevant
Videosamtaler (2 pers.) – HD	2	2	Mindre relevant
Gruppevideosamtaler	4	2	Mindre relevant
<b>AR og VR</b>			
HD	50	50	< 10
4K	200	200	< 2,5
<b>Gaming</b>			
Ordinær online-multiplayer	4	1	
Cloud Gaming – HD	25	2	< 20
Cloud Gaming – 4K	100	4	< 5

**Notat:** Tall for anbefalte ned- og opplastingshastigheter oppgis ofte i intervaller grunnet forskjeller i varianter av tjenestene. I tabellen oppgir vi kun punkttestimater for krav til bredbånd for ulike tjenester for enkelhet for etterfølgende utregninger i delkapittel 0.

- IoT og M2M – Enkle sensorer med bruksområder krever ikke høy hastighet. Ned- og opplastingshastighet er estimat fra Copenhagen Economics (2019). For moderat krevende kommunikasjon er det variasjon i krav til ytelse som følge av at det omfatter flere ulike tjenester. Basert på intervju og annen informasjonsinnhenting vurderer vi at opp- og nedlastingshastighet på 1 mbit/s kan fungere som basis for anslagene. På et generelt nivå er det ikke høye krav om latency for IoT og M2M. For tjenester som bruker enkle sensorer som fjernstyring og overvåkning kan latency på 50 ms være hensiktsmessige krav (Copenhagen Economics, 2019), (5G Americas, 2019). I all hovedsak er latency av mindre betydning for enkle sensorer ettersom det sentrale er at informasjonen kommer fram innen rimelig tid, ikke at det skjer ved en høy hastighet.
- Skyløsninger – For standard fillagring så kan selv lavere hastighet laste ned og opp større filer, men det blir et spørsmål om tidsbruk. Basert på teoretisk effekt anser vi 5 Mbit/s som en nedre grense. Ved denne hastigheten kan en fil på 1 MB lastes ned/opp på 1,6 sekunder, mens en fil på 100 MB vil ta 160 sekunder. For skybasert overvåkning bruker vi estimat for ned- og opplastingshastighet tilsvarende Copenhagen Economics (2019). For skybasert software bruker vi tilsvarende Copenhagen Economics (2019), basert på Babin et al. (2011), 20/20 Mbit/s som proxy for hastighetskrav for skybasert software.
- Standardtjenester – Nettsurfing og sosiale medier er tjenester som med ulike funksjoner med varierende krav til internett. FCC (2022) opplyser om et minimumskrav på 1 Mbit/s for sosiale medier. Slik beskrevet i delkapittel 3.3 innebærer nettsurfing og sosiale medier typisk videoavspilling. Dette gjør at vi setter noe høyere krav til ytelse i tråd med Copenhagen Economics (2019). Streaming av musikk varierer i stor grad etter kvaliteten på avspillingen. For de fleste lydfiler, med mindre det skal være av høy kvalitet er 0,5 Mbit/s tilstrekkelig. Kilde: Spotify (2023).
- Videomedier og -samtaler – Videomedier og -samtaler skiller seg fra hverandre ved at videosamtaler krever en viss opplastingsytelse, i tillegg til nedlasting. Streaming av videomedier i 8K forekommer, men kun unntaksvis for videosamtaler. Tall for nedlastingshastighet er basert på anbefalte ned- og opplastingshastigheter fra kildene: Google (2023), Netflix (2023), HBO (2023) og FCC (2022). Tall for opp- og nedlastingshastigheter for videosamtaler er basert på anbefalinger fra kildene: Skype (2023) og Microsoft (2023).
- AR og VR – Tall for hastighet og latency hentet fra IHS Markit (2018). Det er betydelig usikkerhet forbundet med anslaget - krav for ytelse er i stor grad avhengig av hvordan løsningene for bruk av AR og VR vil være utformet, men tenkelige former av disse teknologiene kan stille svært høye krav til ytelse. Høyere oppløsning krever lavere latency som følge av mer databehandling. Datamottakelsen må derfor skjje tidligere ved høyere oppløsninger for at brukeren skal oppnå samme visuelle opplevelse i reell tid (Copenhagen Economics, 2019).
- Gaming – Tall for nedlastingshastighet for online-multiplayer hentet fra: FCC (2022). Tall for nedlastingshastighet og latency for cloud gaming er basert på kildene: Nvidia (2023), Ericsson (2023) og Microsoft (2023). 4K er tall for HD skalert med 4-gangen. Tall for opplastingshastighet er basert på intervjuer og annen informasjonsinnhenting. Opplastingshastighet drives av signaler om hvilke handlinger spilleren foretar seg, i tillegg til en lydstrøm som sendes ut.

## Internet of Things (IoT) og Machine-to-machine (M2M)

«Internet of Things» (IoT) og «Machine-to-machine» (M2M) dekker et vidt spekter av teknologier. IoT referer til alle tingene rundt oss som kan kobles til internett. Når tingene er koblet til nett kan de koble seg sammen, kommunisere med hverandre og omgivelsene. Typiske bruksområder i dag spenner fra smarthøytalere og sporingstjenester til digitale kjørebøker og sensorer som måler temperatur, strøm, luftkvalitet, fuktighet og vann (Telenor, 2023). Denne type sensorer mottar typisk små datamengder og sjeldent. M2M deler likhetstrekk med IoT, men omhandler spesifikt kommunikasjonen mellom to eller flere enheter.

I analysene skiller vi mellom:

- Enkle sensorer
- Moderat krevende kommunikasjon

Enkle sensorer referer til måle-, overvåking-, sporingssensorer med videre som bruker små datamengder og sjeldent.

Moderat krevende kommunikasjon omfatter en rekke forskjellige tjenester. Til forskjell fra enkle sensorer stiller de noe høyere krav til ytelse. Dette kan gjelde eksempelvis smarte hjemmesystemer, smartklokker, -høytalere, -kjøleskap og videoovervåkningssystemer.<sup>7</sup>

## Skyløsninger

Skyløsninger er en samlebetegnelse på alt fra data-prosessering og datalagring til programvare på servere som er tilgjengelig fra eksterne serverparker tilknyttet internett (Datatilsynet, 2018).

Vi definerer følgende tjenester under denne kategorien:

- Standard fillagring
- Skybasert overvåking
- Skybasert software

Skybasert fillagring er fillagring i eksterne servere som iCloud og Google Drive. Skybasert overvåking grenser mot kategorien IoT og M2M, og omfatter overvåkningssenheter som lagrer og kommuniserer data gjennom skyløsninger. Skybasert software kan eksempelvis være skyløsninger for regnskapssystemer, CRM (Customer Relationship Management) eller liknende.

<sup>7</sup> Skybaserte videoovervåkningssystemer er en tjeneste i grenseland mellom kategorien IoT/M2M og Skyløsninger. Vi har plassert tjenesten i sistnevnte kategori.

## Standardtjenester

Vi definerer standardtjenester til å omfatte mye brukte tjenester med forholdsvis lite krevende krav til hastighet, latency og pålitelighet. Dette inkluderer tjenester som:

- Nettsurfing
- Sosiale medier
- Streaming av lydfiler

For nettsurfing og sosiale medier har tjenestenes krav endret seg over tid. Ulike former for videoavspilling er blitt vesentlig mer utbredt, noe som medfører høyere hastighetskrav. Streaming av lydfiler inkluderer streaming av musikk, radio og podcast.

## Videomedier og -samtaler

Videomedier innebærer streaming på skjerm med lyd, mens videosamtaler er samtaler med opptil flere personer på samme tidspunkt.

## Augmented reality (AR) og Virtual reality (VR)

Augmented reality (AR) og Virtual reality (VR) kan oversettes som henholdsvis utvidet virkelighet og virtuell virkelighet. AR kan beskrives som en visning av den faktiske omverdenen supplert med kunstige digitale objekter. VR er utelukkende en kunstig gjengivelse av miljø med bruk av bilder og lyd.

VR-simuleringer blir stadig bedre innen felt som medisin, byggeteknikk og spillindustrien blir stadig bedre. AR-teknologi kan i fremtiden utvikle produkter og tjenester som viser lysbilder som hologrammer i den faktiske omverdenen rundt oss. Per 2023 er AR-teknologi på et mindre omfattende nivå kommersielt. Snapchat-filtre og Pokémon Go er eksempler på bruk av AR i sluttbrukeres dagligliv (Digital Norway, 2021).<sup>8</sup> Det er stor usikkerhet forbundet med utformingen av produkter basert på AR- og VR-teknologi i 2030, og følgelig hvilke bredbåndskrav de medfører i bruk.

## Gaming

Med begrepet gaming legger vi til grunn digitale spill – ofte betegnet som videospill. Gaming kan gjøres over internett, hvor man spiller med andre i online multiplayer-spillmoduser.

En betydningsfull utvikling innen gaming i denne sammenheng er økningen av «cloud gaming». Cloud gaming er en type online gaming, der spillet kjøres på eksterne serverpakker som er tilkoblet internett og streamer dem direkte til brukerens enhet.

<sup>8</sup> Denne type tjenester kan også beskrives som «mixed reality». Mixed reality innebærer at den faktiske omverdenen gjenskapes digitalt og suppleres digitale objekter.

## 3.4 Brukergruppers bredbåndsbehov

Brukergruppene anvender de ulike tjenestene i ulikt omfang. I våre analyser gir dette opphav til ulike bredbåndsbehov for brukergruppene. «Behovet» i denne sammenheng henviser til hva som estimeres å være maksimal etterspørsel for ulike tjenester i 2030.<sup>9</sup> Maksimal etterspørsel er i de tilfeller der de mest krevende tjenestene anvendes av flest brukere samtidig. Forutsetninger om antall brukere som benytter bredbånd samtidig kommer fremgår ved antall «simultane brukere» i Tabell 3-2 til Tabell 3-7. Samtidighet, at brukere benytter bredbånd simultant, har betydning for beregning av maksimal etterspørsel. Samtidighet er betydningsfullt ettersom maksimal etterspørsel karakteriseres av at alle trekker på båndbredden til samme tid.<sup>10</sup>

Det maksimale behovet brukergruppene, presentert i Tabell 3-2 til Tabell 3-7<sup>11</sup>, gir behovet for ytelse, latency og pålitelighet. Behovet for ytelse er beregnet basert på kravene til tjenestene som benyttes kombinert med tjenestene som anvendes av de aktuelle brukerne. Når det gjelder behovet knyttet til latency, vil det strengeste behovet (kortest tid) til latency hos en tjeneste som brukergruppen benytter definere behovet. Tilsvarende vil det strengeste kravet til pålitelighet definere brukergruppens behov for pålitelighet.

Analysene gir et nedre og øvre estimat for behov (anslått henholdsvis færre og flere simultane brukere). Den nedre grensen kan anses som et konservativt estimat av bredbåndsbehovet i 2030, mens den øvre grensen kan ses som et mer aggressivt estimat for bredbåndsbehovet i 2030.

### 3.4.1 Husholdning med lavt bredbåndsbehov

Vi definerer husholdninger med et lavt bredbåndsbehov til å ha et behov for et grunnivå av digitale tjenester. Grunnivået av digitale tjenester har økt over tid, i takt med at husholdningene har tatt i bruk flere

digitale tjenester. Undersøkelser gjort av SSB viser at 77 prosent av nordmenn mellom 16 og 79 år brukte internett til å ha videosamtaler eller ringe i 1. kvartal av 2020. Undersøkelsen ble gjennomført like før covid-19-pandemien, og gjennom pandemien har omfanget av bruk av digitale tjenester som video- og samhandlingsplattformer økt betraktelig (KMD, 2021).

Vi finner at en husholdning med lavt bredbåndsbehov har et behov for nedlastingshastighet på 50 Mbit/s i det øvre estimatet, og på 40 Mbit/s i det nedre estimatet. Behov for opplastingshastighet ligger på 25 og 10 Mbit/s for henholdsvis det øvre og nedre estimatet. Bruk av videomedier er en viktig driver for behovet.

Latency er ikke av stor betydning for en husholdning med lavt bredbåndsbehov, ettersom ingen av tjenestene denne brukergruppen forventes å benytte stiller nevneverdige krav om lav latency. For eksempel forutsettes at denne brukergruppen ikke benytter internettilkoblingen til gaming.

Pålitelighet er tilsvarende av mindre betydning for denne brukergruppen, ettersom husholdningens funksjon i forholdsvis mindre grad er avhengig av tilgangen til internett.

### IoT/M2M

Vi antar at en husholdning med lavt internettbehov vil ha et begrenset omfang av behov for enkle sensorer og enheter med moderat krevende kommunikasjon for IoT/M2M. Det selges imidlertid stadig flere produkter som kobles til internett. Dette medfører at selv denne brukergruppen vil ha behov for noe kapasitet allokert til IoT/M2M.

I de senere år har det vært utvikling mot økt bruk av digitale velferdsløsninger. I våre anslag inkluderer vi bruk av velferdsløsninger i form av enkle sensorer for husholdning med lavt bredbåndsbehov.

<sup>9</sup> Begrepet behov kan forstås på flere måter. I noen tilfeller kan tilbudte tjenester være av høyere kvalitet og kreve mer båndbredde enn hva forbrukere «behøver». Et eksempel på dette kan være en brukergruppe som kun har behov for å strømme i HD på skjerm, mens det i 2030 kan være tilfellet at kun streaming i 4K er tilgjengelig på markedet – for eksempel fordi skjermer med HD-oppløsning i liten grad vil være til salgs. I så tilfelle vil de pålegges et behov som er

større enn deres faktiske behov (Copenhagen Economics, 2019). Vi definerer behov til å være det forbrukere benytter av tilbudte produkter.

<sup>10</sup> I analysene multipliserer vi antall IoT- og M2M-enheter med 0,2, for å justere for at ikke alle enheter kommuniserer hele tiden.

<sup>11</sup> Tall for ned- og opplastingshastighet er rundet opp eller ned til nærmeste 5 Mbit/s.



**Tabell 3-2 Husholdning med lavt bredbåndsbehov – nedre estimat**

Tjeneste	Simultane brukere	Nedlastings-hastighet (Mbit/s)	Opplastings-hastighet (Mbit/s)	Latency	Pålitelighet
<b>IoT/M2M</b>					
Enkle sensorer	5	0,01	0,01		
Mer krevende kommunikasjon	5	1	1		
<b>Skyløsninger</b>					
Standard fillagring	1	5	5		
<b>Standardtjenester</b>					
Nettsurfing	1	4			
Sosiale medier	1	5	5		
Streaming av lydfiler	1	0,5			
<b>Videomedier og -samtaler</b>					
Videomedier – 4K	1	25			
Videosamtaler (2 pers.) – HD	-				
<b>AR og VR</b>					
	-				
<b>Gaming</b>					
	-				
<b>Maksimalt behov</b>		40	10	Mindre relevant	Ikke kritisk

**Tabell 3-3: Husholdning med lavt bredbåndsbehov – øvre estimat**

Tjeneste	Simultane brukere	Nedlastings-hastighet (Mbit/s)	Opplastings-hastighet (Mbit/s)	Latency	Pålitelighet
<b>IoT/M2M</b>					
Enkle sensorer	10	0,02	0,02		
Mer krevende kommunikasjon	10	2	2		
<b>Skyløsninger</b>					
Standard fillagring	2	10	10		
Skybasert overvåkning	1	2	5		
<b>Standardtjenester</b>					
Nettsurfing	1	4			
Sosiale medier	1	5	5		
Streaming av lydfiler	2	1			
<b>Videomedier og -samtaler</b>					
Videomedier – 4K	1	25			
Videosamtaler (2 pers.) – HD	1	2	2		
<b>AR og VR</b>					
	-				
<b>Gaming</b>					
	-				
<b>Maksimalt behov</b>		50	25	Mindre relevant	Ikke kritisk

## Skyløsninger

Vi forventer at selv en husholdning med lavt bredbåndsbehov vil bruke et visst omfang av skyløsninger i 2030. Bruken av skyløsninger har økt blant private husholdninger de siste årene. Flere bransjeaktører påpeker i intervju at de forventer en videreføring av denne trenden. I tillegg til denne trenden har covid-19-pandemien vært en driver for bruk av hjemmekontor. Ved hjemmekontorarbeid i dag er ofte arbeidsdokumenter koblet til skyløsninger.

I det videre opplyser bransjeaktører om en utvikling blant sluttbrukere der de benytter skyløsninger som iCloud eller Google Drive for å lagre personlige bilder med videre. Dette trekker mot at det ikke utelukkende er den digitale husholdningen som vil ta i bruk skyløsninger, men selv mindre digitaliserte husholdninger vil anvende denne type løsninger.

Vi anslår en husholdning med lavt bredbåndsbehov benytter seg av skybasert overvåkning i det øvre estimatet.

## Standardtjenester

Vi anslår at husholdningen bruker alle standard-tjenestene – nettsurfing, sosiale medier og streaming av lydfiler – til et visst omfang. Undersøkelser viser at ni av ti nordmenn surfer på nettet hver dag, og det er tilsvarende tall for bruk av sosiale medier blant nordmenn mellom 16 og 79 år (SSB, 2022).

## Videomedier og -samtaler

Videomedier og -samtaler er en gruppe tjenester som har økt i omfang for norske husholdninger som følge av pandemien (KMD, 2021). Hele 79 prosent av nordmenn mellom 16 og 79 år har brukt internett til å ha videosamtaler eller å ringe i løpet av de tre siste månedene, per undersøkelser i 2022. Før pandemien, i 2019, var tilsvarende tall på 63 prosent (SSB, 2022). Som følge av dette forventer vi at bruk av videomedier og -samtaler også vil gjelde en husholdning med lavt bredbåndsbehov i 2030.

Enkelte bransjeaktører peker på at oppløsning for streaming på TV i 4K er forventet å være bransjestandard i 2030. 8K anses mindre relevant i daglig bruk.

## AR og VR

Det er forbundet stor usikkerhet med hvor normalisert bruk av ulike AR/VR-løsninger vil være. I våre analyser antar vi at denne type tjenester ikke blir adoptert av denne brukergruppen.

## Gaming

Etter vår definisjon av denne brukergruppen vurderer vi at de ikke vil benytte seg av digitale gaming-løsninger.

## 3.4.2 Digital husholdning

Vi definerer den digitale husholdningen til å være en husholdning med omfattende bruk av digitale tjenester.

Vi finner at den digitale husholdningen har et behov for nedlastingshastighet på 435 Mbit/s i det øvre estimatet, og på 80 Mbit/s i det nedre estimatet. Behov for opplastingshastighet ligger på 255 og 25 Mbit/s for henholdsvis det øvre og nedre estimatet. Tilsvarende som for husholdningen med lavt bredbåndsbehov så er videomedier en viktig driver for behovet for nedlastingshastighet. Derimot så har IoT/M2M en større betydning for behovet for denne gruppen. Skyløsninger er en viktig driver for opplastingshastighetsbehovet for den digitale husholdning i det nedre estimatet. I tillegg, AR og VR-teknologi samt cloud-gaming har stor betydning for behovet for gruppen i det øvre estimatet. Det omfattende kravet til opplastingshastighet for AR og VR står for en stor del av det samlede behovet for opplastingshastighet.

Latency er av betydning for en digital husholdning, hovedsakelig ettersom AR, VR og cloud-gaming setter krav om lav latency.

Pålitelighet er av en viss betydning for denne brukergruppen, ettersom husholdningen i stor grad benytter digitale tjenester. Den digitale husholdningen ventes imidlertid generelt å fungere gjennom korte avbrudd i tilgangen til internett, og vurderes ikke å være kritisk avhengig av internettforbindelsen.

## IoT/M2M

Til forskjell fra brukergruppen – husholdning med lavt internettbehov – antar vi en mye større adopsjon av IoT for denne brukergruppen. Det er betydelig usikkerhet forbundet med å anslå omfanget av IoT/M2M, men det er en tydelig utvikling mot flere og flere produkter som muliggjør tilkobling til internett. En del av denne utviklingen er utviklingen mot flere velferdstjenester – ulike produkter og teknologier med overvåkning og kommunikasjon av helse- og velferdsrelaterte forhold. Dette kan eksempelvis være medisindispensere i hjemmet eller måling og kommunikasjon av helsemessige verdier.

I anslagene baserer vi oss på at en digitalisert husholdning, vil etter definisjonen, benytte seg av denne type produkter i stort omfang. Anslagene er også høyere for denne brukergruppen enn husholdningen med lavt bredbåndsbehov som følge av det er flere husholdningsmedlemmer.

**Tabell 3-4: Den digitale husholdningen – nedre estimat**

Tjeneste	Simultane brukere	Nedlastings-hastighet (Mbit/s)	Opplastings-hastighet (Mbit/s)	Latency	Pålitelighet
<b>IoT/M2M</b>					
Enkle sensorer	50	0,1	0,1		
Mer krevende kommunikasjon	20	4	4		
<b>Skyløsninger</b>					
Standard fillagring	2	10	10		
Skybasert overvåkning	1	2	5		
<b>Standardtjenester</b>					
Nettsurfing	1	4			
Sosiale medier	1	5	5		
Streaming av lydfiler	2	1			
<b>Videomedier og -samtaler</b>					
Videomedier – 4K	2	50			
Videosamtaler (2 pers.) – HD	1	2	2		
Gruppevideosamtaler	1	4	2		
<b>AR og VR</b>					
4K	-				
<b>Gaming</b>					
Cloud gaming 4K	-				
<b>Maksimalt behov</b>		80	30	Mindre relevant	Noe betydning, ikke kritisk

**Tabell 3-5: Den digitale husholdningen – øvre estimat**

Tjeneste	Simultane brukere	Nedlastings-hastighet (Mbit/s)	Opplastings-hastighet (Mbit/s)	Latency	Pålitelighet
<b>IoT/M2M</b>					
Enkle sensorer	100	0,2	0,2		
Mer krevende kommunikasjon	40	8	8		
<b>Skyløsninger</b>					
Standard fillagring	4	20	20		
Skybasert overvåkning	2	4	10		
<b>Standardtjenester</b>					
Nettsurfing	2	8			
Sosiale medier	2	10	10		
Streaming av lydfiler	4	2			
<b>Videomedier og -samtaler</b>					
Videomedier – 4K	3	75			
Videosamtaler (2 pers.) – HD	1	2	2		
Gruppevideosamtaler	1	4	2		
<b>AR og VR</b>					
4K	1	200	200	< 2,5 ms	
<b>Gaming</b>					
Cloud gaming 4K	1	100	4	< 5 ms	
<b>Maksimalt behov</b>		435	255	< 2,5 ms	Noe betydning, ikke kritisk

Selv om det er mange tilkoblede enheter, vil det totale bredbåndsbehov i forholdvis liten grad være drevet av IoT/M2M. Dette kommer av at IoT/M2M stiller beskjedne krav til hastighet. Derimot stiller et stort antall enheter krav til husholdningenes trådløse nettverk (Wi-Fi-teknologi). Flere informanter peker i intervjuer på at det vil kunne være nivået på WiFi-teknologien som begrenser sluttbrukeres kobling av enheter til internett, og ikke bredbåndet i seg selv.

### Skyløsninger

Vi forventer at en digitalisert husholdning vil bruke skyløsninger i form av fillagring og skybasert overvåkning.

### Standardtjenester

Den digitale husholdningen bruker alle typer standardtjenester – nettsurfing, sosiale medier og musikk-tjenester – i stor grad.

### Videomedier og -samtaler

Vi forventer at videomedier og -samtaler vil være brukt i et stort omfang av den digitale husholdningen. Eksempler på økt bruk av videosamtaler som følge av pandemien inkluderer bruk av hjemmekontor, men også økt bruk av digitale konsultasjoner med lege (KMD, 2021). I våre analyser tilskriver vi denne økningen til den digitale husholdningen.

### AR og VR

Det er stor usikkerhet forbundet med innføring og utbredelse av AR og VR. Utviklingen frem mot 2030 er i stor grad avhengig av store aktører på markedet, ifølge bransjeaktører vi har intervjuet. Det er store, internasjonale aktører som satser på ulike tjenester basert på AR og VR, men det er svært usikkert hvorvidt dette vil slå an i et stort omfang.

Vi inkluderer bruk av AR og VR kun i vårt høye anslag for bredbåndsbehov for gruppen. Selv med et lite antall simultane enheter er det en betydelig driver for bredbåndsbehovet for gruppen, som følge av de omfattende hastighetskravene til tjenesten.

Lav latency er av stor betydning ved bruk av særlig VR-applikasjoner. Dette skjer ettersom for stor latency på VR kan gi reisesyke (Mangiante, et al., 2017). AR vil kunne stille særlig høye krav til opplastingshastighet.

### Gaming

Vi antar at enkelte medlemmer av den digitale husholdningen driver med gaming. Det er usikkerhet knyttet til hvilke typer gaming-teknologier og systemer som vil være utbredt i 2030, men våre analyser tar utgangspunkt i at brukergruppen anvender cloud-gaming.

Cloud-gaming setter krav til lav latency. Dette gjelder spesielt i førstepersons skytespill hvor reaksjon er viktig, men i mindre grad ved f.eks. turbaserte spill.

### 3.4.3 Liten bedrift

Brukergruppen – en liten bedrift – forutsetter vi å være en kontorvirksomhet med inntil 10 ansatte.

Tilsvarende husholdninger har også bedrifter blitt påvirket av covid-19-pandemien. Undersøkelse utført av Norstat på vegne av IT-selskapet Computas viser at så mange som 8 av 10 virksomheter har gjennomført digitaliseringstiltak som følge av covid-19-pandemien (KMD, 2021).

Vi finner at en liten bedrift har et behov for nedlastingshastighet på 415 Mbit/s i det øvre estimatet, og på 95 Mbit/s i det nedre estimatet. Behov for opplastingshastighet ligger på 310 og 65 Mbit/s for henholdsvis det øvre og nedre estimatet. Brukergruppen har sammenlignet med husholdnings-brukergruppene et større omfang IoT og M2M og skytjenester. Videre, også for en liten bedrift er behovet i stor grad drevet av videotjenester, i tillegg til AR og VR i det øvre estimatet.

Kravet til latency for en liten bedrift kommer av behovet for lav latency ved bruk av VR-løsninger. Det er derimot stor usikkerhet ved innføringen og utbredelsen av VR-løsninger. Det strenge kravet til lav latency bortfaller i tilfelle VR-løsninger ikke anvendes. Et viktig moment i denne sammenheng er skillet mellom en kontorvirksomhet og en produksjonsvirksomhet. Produksjonsvirksomheter kan i større grad enn kontorvirksomheter ha aktiviteter som stiller krav til lav latency.

Pålitelighet er av en større betydning for denne brukergruppen, sammenlignet med de to foregående. Funksjonen til mange små bedrifter er kritisk avhengig av internetttilgang.

### IoT/M2M

Vi forventer at en liten bedrift vil ha et stort omfang enkle sensorer og noen enheter med mer krevende behov for kommunikasjon. Dette kommer av at vi forventer at ulike funksjoner på et kontorlokale vil være koblet opp til internett, i tillegg til at de ansatte vil kan ta med seg enheter som kobler seg opp til nettet som telefoner og smartklokker.

Tabell 3-6: En liten bedrift med inntil ti ansatte – nedre estimat

Tjeneste	Simultane brukere	Nedlastings-hastighet (Mbit/s)	Opplastings-hastighet (Mbit/s)	Latency	Pålitelighet
<b>IoT/M2M</b>					
Enkle sensorer	150	0,3	0,3		
Mer krevende kommunikasjon	50	10	10		
<b>Skyløsninger</b>					
Standard fillagring	4	20	20		
Skybasert overvåkning	1	2	5		
Skybasert software	1	20	20		
<b>Standardtjenester</b>					
Nettsurfing	4	16			
Sosiale medier	1	5	5		
Streaming av lydfiler	3	1,5			
<b>Videomedier og -samtaler</b>					
Videomedier – 4K					
Videosamtaler (2 pers.) – HD	2	4	4		
Gruppevideosamtaler	4	16	8		
<b>AR og VR</b>					
4K	-				
<b>Maksimalt behov</b>		95	65	Mindre relevant	Betydningsfullt, til dels kritisk

Tabell 3-7: En liten bedrift med inntil ti ansatte – øvre estimat

Tjeneste	Simultane brukere	Nedlastings-hastighet (Mbit/s)	Opplastings-hastighet (Mbit/s)	Latency	Pålitelighet
<b>IoT/M2M</b>					
Enkle sensorer	300	0,6	0,6		
Mer krevende kommunikasjon	100	20	20		
<b>Skyløsninger</b>					
Standard fillagring	6	30	30		
Skybasert overvåkning	2	4	10		
Skybasert software	2	40	40		
<b>Standardtjenester</b>					
Nettsurfing	8	32			
Sosiale medier	1	5	5		
Streaming av lydfiler	6	3			
<b>Videomedier og -samtaler</b>					
Videomedier – 4K	2	50			
Videosamtaler (2 pers.) – HD	3	6	6		
Gruppevideosamtaler	6	24	12		
<b>AR og VR</b>					
4K	1	200	200	< 2,5 ms	
<b>Maksimalt behov</b>		415	310	< 2,5 ms	Betydningsfullt, til dels kritisk

### Skyløsninger

De siste årene har det vært en tydelig trend mot at flere private foretak kjøper nettskytjenester.

Undersøkelse fra SSB viser at andelen private foretak, foruten finansnæringene, som kjøper nettskytjenester har økt fra 29 prosent til 64 prosent i perioden 2014-2021 (SSB, 2022).

Ettersom brukergruppen er definert som en kontorvirksomhet, forventer vi at det forekommer fillagring over skyløsninger. Vi forventer også at virksomheten vil ha skybasert overvåkning.

I tillegg tilskriver vi gruppen å bruke en form for skybasert software, om det så er skyløsninger for regnskapssystemer, CRM (Customer Relationship Management) eller liknende.

### Standardtjenester

Brukergruppen vil anvende alle typer standardtjenester – nettsurfing, sosiale medier og musikk-

tjenester. Dette kommer av ansatte som vil bruke ulike tjenester på arbeidsplassen, og det kan ofte skje parallelt.

### Videomedier og -samtaler

Vi har tidligere diskutert konsekvenser av covid-19-pandemien. Denne utviklingen påvirker også små virksomheter, gjennom økt bruk av gruppesamtaler.

### AR og VR

Som tidligere diskutert er det knyttet stor usikkerhet til innføring og utbredelse av AR- og VR-tjenester, og deres bruksområder. Tilsvarende som for den digitale husholdningen, vurderer vi at den brukergruppen benytter seg av én enhet AR- eller VR-tjeneste.

### Gaming

Kategorien gaming anses kun relevant for husholdninger, og vil ikke medføre bredbåndsbehov for denne brukergruppen.

## 4. Bredbåndsteknologier som forventes å dekke behov i 2030

Fiber forventes å dekke behovene for de ulike brukergruppene i et fremadskuende perspektiv mot 2030. HFC forventes å kunne dekke behovet for mange sluttbrukere. Hvorvidt HFC kan ventes å dekke behov for brukergrupper med høye behov avhenger av i hvilken grad HFC bredbånd oppgraderes i henhold til nye teknologiske standarder, og i hvilken grad AR/VR teknologi får økt utbredelse i et fremadskuende perspektiv. I et fremadskuende perspektiv vil FTB, basert på 5G, også kunne dekke brukergruppene med høyt behov.

I dette kapitlet vurderer vi i hvilken grad ulike bredbåndsteknologier vil være egnet til å dekke behovene for de ulike brukergruppene i et

fremadskuende perspektiv mot 2030. Vi vurderer bredbåndsteknologiene:<sup>12</sup>

- Fiber (fiber to the home, FTTH)
- HFC (Kabel-TV-nett)
- Fast Trådløst Breddbånd (FTB)
- 4G og 5G, mobilt bredbånd
- Satellittbasert bredbånd (lavbane)

Vurderingen av hvorvidt bredbåndsteknologier er egnet til å dekke forventede behov, tar utgangspunkt i ytelse og latency for de ulike teknologiene. Utvikling av ytelse og latency frem mot 2030 er usikker og avhengig av en rekke forhold. Vi omtaler kort hvordan ulike teknologier er forventet å kunne utvikle seg og hva som er viktige forhold i den sammenheng. Tabell 4-1 gir en oversikt over egenskaper ved bredbåndsteknologier som tilbys kommersielt i dag.

**Tabell 4-1: Egenskaper ved kommersielt tilbudte bredbåndsteknologier per 2023**

Beskrivelse	Nedlastingshastighet	Opplastingshastighet	Symmetrisk forbindelse	Latency (ms)
Fiber (FTTH)	1 000 - 8 500 Mbit/s	1 000 Mbit/s	Ja	Meget lav
HFC (Kabel-tv-nett) DOCSIS 3.0-standard	1 250 Mbit/s	50 Mbit/s	Nei	Lav
HFC (Kabel-tv-nett) DOCSIS 3.1-standard	1 250 Mbit/s	500 Mbit/s	Nei	Lav
Fast Trådløst Breddbånd (FTB)	500 Mbit/s	80 Mbit/s	Nei	Lav
4G, mobilt bredbånd	80 Mbit/s	35 Mbit/s	Nei	20-50
5G, mobilt bredbånd	300 Mbit/s	50 Mbit/s	Nei	1-10
Satellittbasert bredbånd (lavbane)	100 Mbit/s	20 Mbit/s	Nei	25

- Fiber – De fleste bredbåndsløseleverandører tilbyr hastigheter på rundt 1 Gbit/s per 2023, men eksempelvis Global Connect viser at gitt utstyr kan høyere hastigheter tilbys (GlobalConnect, 2023).
- HFC – Telia (2023)
- Fast Trådløst Breddbånd – Hastighetstall for nedlasting hentet fra: Telia (2023). Tall for opplastingshastighet er basert på forholdstall mellom ned- og opplastingshastighet for 5G. Tall for latency basert på: Verizon (2023).
- Mobilt bredbånd – Hastighetstall for 4G hentet fra Telia (2023). Tall for hastighet for 5G er hentet fra: Open Signal (2022). Hastighetstall for mobilt bredbånd er avhengig av flere faktorer – signalkvalitet, antall simultane brukere og mer. Tall for latency for mobilt bredbånd hentet fra: Nkom (2020).
- Satellittbasert bredbånd – Tall for hastighet basert på forbrukertester av Starlink-teknologi: Vegar Jansen i Tek.no (2022). Tall for latency basert på Starlink-teknologi og hentet fra: Starlink (2023).

<sup>12</sup> Det er mulig andre teknologier vil være relevant for å dekke behovet i 2030. Et eksempel på teknologi som antakelig vil være betydningsfull i framtiden, men som ikke

er relevant per 2023 er sjette generasjons mobilnettverk – 6G – med andre egenskaper enn foregående generasjoner mobilnettverk.

Vi ser teknologienes egenskaper opp imot de ulike brukergruppenes behov, basert på mikro-framskrivingene. Mikroframskrivingene tar utgangspunkt i brukergrupper som illustrerer relative ytterpunkter i behov, noe som har betydning av tolkningen av hvorvidt ulike teknologier dekker behovet til brukergruppene. Det forventes at de fleste husholdninger vil ha et behov imellom de nedre og grensene innenfor sin brukergruppe.

I tillegg vil det være andre forhold som er relevante i vurderingen. Dette kan være forhold knyttet til kapasitet, dekning, leverandørmarked og mer, som medfører at bredbåndsteknologiene vil være relevante for å dekke behovet.

### Fiber (fiber to the home, FTTH)

Fiber er høyhastighetsbredbånd som leveres gjennom fiberoptiske kabler. Fiberkablene trekkes i bakken eller luftstrek. Teknologien er basert på fiberoptikk, som er en teknologi for overføring av lyssignaler gjennom optiske fibre.

Fiber kjennetegnes av høy ned- og opplastingshastighet. Videre er det få forstyrrelser på nettet ettersom det er kablede signaler. Flere bransjeaktører fremhever i intervju at de anser fiber som en sentral teknologi fremover mot 2030. Fiber dekker bredbåndsbetrevet til alle brukergruppene.

Fiber har høy ytelse i 2023, og fiberteknologi muliggjør i stor grad investeringer som øker ytelse, om leverandører ønsker det. Videre kan mange personer i det samme geografiske området benytte fiber uten at det i betydningsfull grad går på bekostning av kapasitet i nettet.

### Hybrid fiber (Hybrid Fiber-Coaxial, HFC)

Hybrid fiber, også kalt HFC, refererer til måten fiber og koaksialkabler brukes i kombinasjon innen et kabelnettverk. I et nettverk med hybrid fiber brukes fiberkabler til å sende de store datamengdene, over større avstander, frem til lokale noder, der signalet blir konvertert fra optisk frekvens til radiofrekvens. Deretter brukes koaksialkabler med mindre kapasitet til å distribuere data fra noden og inn til hver enkelt bolig.

Som følge av teknologiske begrensninger kan ikke hybrid fiber oppnå like høye hastigheter som fiber. Hybrid fiber kan imidlertid i mange tilfeller være tilstrekkelig for sluttbrukere.

Dersom vi legger til grunn ned- og opplastingshastighetene på HFC som leveres kommersielt i dag (i

hovedsak basert på den teknologiske standarden DOCSIS 3.0), kan HFC dekke behovet til en husholdning med lavt bredbåndsbetrev og en digital husholdning i nedre estimatet, men vil ikke møte behovet for opplastingshastighet for digital husholdning eller en liten bedrift i øvre grense. I denne sammenheng er det verdt å poengtere at behovet for opplasting for digital husholdning og liten bedrift i øvre grense i stor grad drives av bruk av AR- og VR-applikasjoner, og at innføringen og utbredelsen av denne type tjenester er svært usikker. HFC basert på DOCSIS 3.0-standard vil være nære å dekke opplastingshastighetsbetrev for digital husholdning dersom AR- og VR-teknologi utelates fra vurderingen, mens opplastingsbetrevet for en liten bedrift fortsatt vil være en del mer omfattende.<sup>13</sup>

Nye standarder (DOCSIS 3.1 og DOCSIS 4.0) kan imidlertid håndtere betydelig høyere hastigheter. Under DOCSIS 4.0-standard, kan HFC håndtere opplastingshastigheter som er høyere enn det som leveres kommersielt basert på fiber i dag (Cable Labs, 2020).

Dersom det i et fremadskuende perspektiv legges til grunn at bredbåndsbetrevet oppgraderer HFC-nettene, vil et HFC-nett basert på DOCSIS 3.1-standard trolig også dekke behovene til en liten bedrift og en digital husholdning under øvre grense.<sup>14</sup>

Dersom DOCSIS 4.0-standard legges til grunn i et fremadskuende perspektiv, er potensialet for opplastingshastigheter så høyt at også HFC dekker behovet for hastighet for øvre grense brukergruppene digital husholdning og liten bedrift. Per dags dato er denne teknologien ikke tatt i bruk kommersielt (Light Reading, 2022).

Enkelte markedsaktører trekker i intervjuene fram at det forventes at HFC også vil spille en rolle i 2030, og at relevansen til HFC er betinget på fiberutbyggingen.

I hvilken grad HFC i et fremadskuende perspektiv vil kunne dekke brukergrupper med særlig høye behov for opplasting, vil være avhengig av i hvilken grad tilbydere av HFC bredbånd vil oppgradere HFC-nettene på nye standarder, eller i stedet erstatte disse med fibernetttverk. Det fremstår imidlertid som sannsynlig at brukere som i dag har HFC-bredbånd vil ha bredbånd som dekker deres behov i fremtiden, fordi netteieren vil ha et økonomisk insentiv til å møte etterspørselen gjennom å investere i sin eksisterende infrastruktur.

<sup>13</sup> Se for eksempel utkast til nye retningslinjer fra BEREC på høykapasitetsnettverk for nærmere redegjørelse av kapasiteter under DOCSIS 3.0 og 3.1-standardene (BEREC, 2023).

<sup>14</sup> Ifølge markedsføring fra Telia vil et HFC-netttverk basert på DOCSIS 3.1 standard håndtere nedlastingshastigheter opp til 1 250 Mbit/s og opplastingshastigheter på opptil 500 Mbit/s (Telia, 2023).



### Fast Trådløst Bredbånd (FTB)

Fast Trådløst Bredbånd, også kalt Fixed Wireless Access (FWA), er bredbånd som leveres over mobilnettet. 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 internetttilgang via mobilnettet (Nkom, 2020).

FTB bruker en utendørs antenne til å motta radio-signalene. Dette gjør at FTB kan oppnå høyere hastigheter enn mobilt bredbånd.

Basert på FTB-produktene som tilbys kommersielt i dag, møter FTB krav til opp- og nedlastingshastighet for husholdning med lavt bredbåndsbehov, i tillegg til nedre estimat for den digitale husholdningen. FTB møter derimot ikke krav til ytelse for den digitale husholdningen, gitt egenskapene ved teknologien per 2023. Basert på behovet som fremkommer i mikroframskrivinger, er det spesielt kravene til opplastingshastigheter som er utfordrende å møte for denne teknologien. Tilsvarende som for HFC endrer vurderingene seg om vi utelater AR- og VR-teknologi fra analysene. I så tilfelle vil FTB kunne dekke opplastingsbehovet for den digitale husholdningen i også den øvre grensen.

Det er i det videre andre forhold som er av betydning for hvorvidt FTB dekker brukeres behov i en tilstrekkelig grad. Dette omfatter teknologisk utvikling, i tillegg til grad av utbygging av basestasjoner som øker kapasitet og hastigheter for bruker.

I et fremadskuende perspektiv fremstår det imidlertid som sannsynlig at FTB, basert på 5G, vil kunne tilby høyere hastigheter enn det som tilbys i dag – slik at også brukergrupper som krever høy opp- og nedlastingshastigheter også får sine behov dekket. Dette avhenger blant annet av utbyggingstakt og kapasitet installert på basestasjoner.

Imidlertid vil ytelsen på mobilbasert bredbånd kunne være følsom for avstand til basestasjon og hvor mange brukere og hvor mye trafikk som går gjennom basestasjonen samtidig. I tillegg kan værforhold påvirke ytelsen.

For spørsmålet om FTB vil kunne dekke behovene til brukergrupper som krever høye hastigheter, er det også relevant om FTB brukes i stort eller begrenset omfang. Dersom FTB benyttes kun i begrenset omfang i et område, er kapasitetsbegrensningene i nettet mindre relevante. Dersom FTB benyttes i et større omfang, kan ytelsen bli påvirket hvis mange bruker

datatunge tjenester samtidig. FTB vil da i en mindre grad være egnet til å dekke behovene til brukere som etterspør høy ytelse.

Basert på krav til latency er det usikkert hvorvidt FTB eller mobilt bredbånd kan understøtte de mest krevende tjenestene innenfor cloud gaming og AR- og VR-applikasjoner.<sup>15</sup> I et fremadskuende perspektiv fremstår det imidlertid som sannsynlig at latency vil bli merkbart lavere.

### Mobilt bredbånd (MBB)

Mobilt bredbånd 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 (Nkom, 2020). Mobilnettet er basert på radiosignaler med forskjellige frekvenser for å sende digital trådløs informasjon mellom brukere. Mobilt bredbånd omfatter 4G- og 5G-nettet. 5G er femte generasjons mobilnett. Sammenlignet med 4G er 5G raskere, gir muligheter for flere oppkoblede enheter, lavere latency og mer (Kjørstad, 2021). Per 2023 har bransjeaktører kommet langt med utbyggingen av 5G, og det er klare forventninger om landsdekkende 5G-nett i løpet av tiåret.

MBB baserer seg på samme teknologier som FTB, men vil kunne ha noen begrensninger sammenlignet med FTB som følge av svakere signal. Vurderingene for mobilt bredbånd og i hvilken grad mobilt bredbånd vil kunne dekke behov for bredbånd mot 2030, er dermed i hovedsak sammenfallende med vurderingen for FTB.

Tilsvarende FTB kan mobilt bredbånd være en dekkende løsning for mange husholdninger, men det foreligger usikkerhet knyttet til hvorvidt det kan fungere helhetlig for et område. Det er noe usikkert om MBB vil møte behovene for de ulike gruppene. Ettersom de fleste vil ha tilgang til teknologier med høyere ytelse, fremstår det sannsynlig at MBB for de fleste vil være et supplement til andre bredbåndsteknologier.

### Satellittbasert bredbånd

Satellittbasert bredbånd omfatter både høy- og lavbanesatellitter. Vi avgrensner til å vurdere satellittbasert bredbånd fra lavbanesatellitter, ettersom det er den teknologien som forventes å kunne være relevant fremover. Flere aktører har annonsert planer om til dels store systemer med global dekning i lavbane. Det viktigste initiativet her er SpaceX sitt Starlink-system (Nkom, 2020). Per 2023 er bredbånd

<sup>15</sup> Som nevnt i kapittel 3, representerer mikroframskrivingene ytterpunkter i behov. Antakelser rundt bruk av cloud-gaming og AR-/VR-applikasjoner driver det øvre ytterpunktet i en vesentlig grad. Dersom det viser seg at

disse teknologiene kun blir benyttet i begrenset grad mot 2030 hos de digitale husholdningene, vil eventuelle teknologiske begrensninger i bredbåndstilkobling også være mindre relevante.

fra Starlink-systemet tilgjengelig i store deler av Norge (Starlink, 2023).

Starlink-systemet gir ikke hastigheter på nivå med fiberbredbånd eller mobilt bredbånd som 5G. Derimot kan lavbanesatellitter være relevant i mer avsidesliggende strøk der det ikke er mobilnett. Et eksempel på et tilfelle der satellittbasert bredbånd kan være relevant, er i hytteområder der det vil være mye trafikk kun i visse perioder i løpet av året. I tillegg kan det komplementere andre bredbåndsteknologier som mobilnett i visse tilfeller.

Under dagens hastigheter vil satellittbasert bredbånd kunne dekke behovene til husholdninger med lavt bredbåndsbehov, men ikke den digitale husholdning eller en liten bedrift. Det er per dags dato usikkert hvordan ytelsen til satellittbasert bredbånd vil utvikle seg mot 2030.

## 5. Referanser

- 5G Americas, 2019. *5G - The Future of IoT*. [Internett]  
Available at: [https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2019/07/5G\\_Americas\\_White\\_Paper\\_on\\_5G\\_IOT\\_FINAL\\_7.16.pdf](https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2019/07/5G_Americas_White_Paper_on_5G_IOT_FINAL_7.16.pdf)  
[Funnet 16 Mars 2023].
- Al Mtawa, Y., Haque, A. & Bitar, B., 2019. *The Mammoth Internet: Are We Ready?*. [Internett]  
Available at:  
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8835041>  
[Funnet 22 Mars 2023].
- Babin, G., Stanoevska-Slabeva, K. & Kropf, P., 2011. *E-technologies: Transformation in a Connected World*. 78 red. Les Diablerets, Sveits: Revised Selected Papers, Springer.
- BEREC, 2023. *Draft BEREC Guidelines on Very High Capacity Networks, BoR (23) 42, 9 mars 2023*, s.l.: s.n.
- Cable Labs, 2020. *Full Duplex DOCSIS Technology*. [Internett]  
Available at: [https://www-res.cablelabs.com/wp-content/uploads/2020/03/20152517/FullDuplexDOCSIS\\_Infographic\\_March\\_2020.pdf](https://www-res.cablelabs.com/wp-content/uploads/2020/03/20152517/FullDuplexDOCSIS_Infographic_March_2020.pdf)  
[Funnet 3 april 2023].
- Cisco, 2020. *Cisco Annual Internet Report (2018-2023)*, s.l.: s.n.
- Copenhagen Economics, 2019. *Analyse af bredbåndsbehovet i 2025-2030*, København: s.n.
- Datatilsynet, 2018. *Skytjenester*. [Internett]  
Available at: <https://www.datatilsynet.no/personvern-pa-ulike-omrader/internett-og-apper/skytjenester/>  
[Funnet 15 Mars 2023].
- Digital Norway, 2021. *VR & AR: Slik tar bedrifter det i bruk*. [Internett]  
Available at: <https://digitalnorway.com/vr-og-ar-slik-tar-bedrifter-det-i-bruk/>  
[Funnet 15 Mars 2023].
- Ericsson, 2023. *Mobile cloud gaming*. [Internett]  
Available at: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/articles/mobile-cloud-gaming>  
[Funnet 16 Mars 2023].
- Federal Communications Commission, 2022. *FCC*. [Internett]  
Available at:  
<https://www.fcc.gov/consumers/guides/broadband-speed-guide>  
[Funnet 16 Mars 2023].
- Fiberdeal, 2021. *Hybrid fiber*. [Internett]  
Available at: <https://fiberdeal.no/hybrid-fiber/>  
[Funnet 21 Mars 2023].
- GlobalConnect, 2023. *Opplevd hastighet for bredbånd fra Global Connect*. [Internett]  
Available at:  
<https://www.globalconnect.no/privat/hastighet>  
[Funnet 24 Mars 2023].
- Google, 2023. *System requirements & supported devices for YouTube*. [Internett]  
Available at:  
<https://support.google.com/youtube/answer/78358?hl=en>  
[Funnet 16 Mars 2023].
- HBO, 2023. *Watch HBO Max in 4K UHD*. [Internett]  
Available at: <https://help.hbomax.com/cz-en/Answer/Detail/000001167>  
[Funnet 16 Mars 2023].
- Hellemans, A., 2015. *Why IoT Needs 5G*. *IEEE Spectrum*.
- IHS Markit, 2018. *Cloud X: Driving increased value from 5G investments*. [Internett]  
Available at: [https://www-file.huawei.com/-/media/corporate/pdf/x-lab/2018/cloud\\_x\\_driving\\_increased\\_value\\_from\\_5g\\_investments.pdf?la=en](https://www-file.huawei.com/-/media/corporate/pdf/x-lab/2018/cloud_x_driving_increased_value_from_5g_investments.pdf?la=en)  
[Funnet 16 Mars 2023].
- Jansen, V., 2022. *Glem mobilt bredbånd og hyttenett - vi har testet Starlink*. [Internett]  
Available at:  
<https://www.tek.no/test/i/wAOp8L/starlink>  
[Funnet 15 Mars 2023].
- Kjørstad, E., 2021. *Hva er egentlig 5G?*. [Internett]  
Available at: <https://forskning.no/internett-mobiltelefon/hva-er-egentlig-5g/1813874>  
[Funnet 22 Mars 2023].
- KMD, 2021. *Vår nye digitale kvardag*, s.l.: Kommunal- og moderniseringsdepartementet.
- Light Reading, 2022. *Light Reading*. [Internett]  
Available at: <https://www.lightreading.com/cable-tech/when-will-docsis-40-be-ready-for-prime-time-/d/d-id/776406>  
[Funnet 3 april 2023].
- Mangiante, S., Klas, G., Navon, A. & Zhuang, G., 2017. *VR is on the Edge: How to Deliver 360 degrees Videos in Mobile Networks*, Los Angeles, CA, USA: Conference Paper: Proceedings of VR/AR Network 2017.

- Microsoft, 2023. *Prepare your organization's network for Microsoft Teams*. [Internett]  
Available at: <https://learn.microsoft.com/en-us/microsoftteams/prepare-network>  
[Funnet 16 Mars 2023].
- Microsoft, 2023. *Xbox Cloud Gaming*. [Internett]  
Available at: <https://www.xbox.com/en-US/cloud-gaming>  
[Funnet 16 Mars 2023].
- Netflix, 2023. *Slik ser du på Netflix i 4k Ultra HD*. [Internett]  
Available at: <https://help.netflix.com/nb/node/13444>  
[Funnet 16 Mars 2023].
- Nkom, 2020. *Krav til statsstøttede trådløse bredbåndsaksessnett, s.l.: s.n.*
- Nkom, 2020. *Om 5G*. [Internett]  
Available at: <https://www.nkom.no/frekvenser-og-elektronisk-utstyr/om-5g>  
[Funnet 21 Mars 2023].
- Nkom, 2022. *Internett i Norge - Årsrapport 2022, s.l.: s.n.*
- Nvidia, 2023. *System Requirements*. [Internett]  
Available at: <https://www.nvidia.com/en-us/geforce-now/system-reqs/>  
[Funnet 16 Mars 2023].
- Open Signal, 2022. *Mobile Network Experience Report*. [Internett]  
Available at: <https://www.opensignal.com/reports/2022/06/norway/mobile-network-experience>  
[Funnet 22 Mars 2023].
- Skype, 2023. *How much bandwidth does Skype need?*. [Internett]  
Available at: <https://support.skype.com/en/faq/FA1417/how-much-bandwidth-does-skype-need>  
[Funnet 16 Mars 2023].
- Spotify, 2023. *Auido Quality*. [Internett]  
Available at: <https://support.spotify.com/us/article/audio-quality/>  
[Funnet 16 Mars 2023].
- SSB, 2022. *Aktiviter utført på internett (Tabell 06998)*. [Internett]  
Available at: <https://www.ssb.no/statbank/table/06998/>  
[Funnet 23 Mars 2023].
- SSB, 2022. *Bruk av IKT i næringslivet (Tabell 10966)*. [Internett]  
Available at: <https://www.ssb.no/statbank/table/10966/tableViewLayout1/>  
[Funnet 24 Mars 2023].
- Starlink, 2023. *Map*. [Internett]  
Available at: <https://www.starlink.com/map>  
[Funnet 15 Mars 2023].
- Starlink, 2023. *Verdens mest avanserte satellittbredbånd*. [Internett]  
Available at: <https://www.starlink.com/technology>  
[Funnet 21 Mars 2023].
- Telenor, 2023. *Internet of Things enkelt forklart*. [Internett]  
Available at: <https://www.telenor.no/bedrift/iot/hva-er-iot/>  
[Funnet 14 Mars 2023].
- Telenor, 2023. *Nå er det bare å koble tingene på*. [Internett]  
Available at: [https://www.telenor.no/bedrift/iot/kampanje/?gclid=Cj0KCCQjw2cWgBhDYARIsALggUhpD9mCe2NC7uM6SlhC\\_uwtNnLCYyS1\\_OK4VrtkA8nuf7VCrIRTQJ4aAq4zEALw\\_wcB&s\\_kwcid=AL%21285%213%21474465133808%21p%21%21g%21%21iot&s\\_kwcid=AL%21285%213%21474465133808%21p%21%21g%21%21iot](https://www.telenor.no/bedrift/iot/kampanje/?gclid=Cj0KCCQjw2cWgBhDYARIsALggUhpD9mCe2NC7uM6SlhC_uwtNnLCYyS1_OK4VrtkA8nuf7VCrIRTQJ4aAq4zEALw_wcB&s_kwcid=AL%21285%213%21474465133808%21p%21%21g%21%21iot&s_kwcid=AL%21285%213%21474465133808%21p%21%21g%21%21iot)  
[Funnet 20 Mars 2023].
- Telia, 2023. *Hastighet hos Telia*. [Internett]  
Available at: <https://www.telia.no/hastighet/>  
[Funnet 21 Mars 2023].
- Telia, 2023. *Hos Telia får du fast bredbånd for fremtiden*. [Internett]  
Available at: <https://www.telia.no/borettslag/fremtidens-bredband-borettslag/>  
[Funnet 4 April 2023].
- Verizon, 2023. *What is fixed wireless access (FWA) technology*. [Internett]  
Available at: <https://www.verizon.com/about/blog/fixed-wireless-access>  
[Funnet 22 Mars 2023].

oslo**economics**

*[www.osloeconomics.no](http://www.osloeconomics.no)*

E-post og telefon:  
[post@osloeconomics.no](mailto:post@osloeconomics.no)  
+47 21 99 28 00

Besøksadresse:  
Klingenberggata 7  
0161 Oslo

Postadresse:  
Postboks 1562 Vika  
0118 Oslo