



Bredbånd 2.0

- status og utvikling mot 2015

Utarbeidet for Fornyings- og
administrasjonsdepartementet



Innhold

INNLEDNING.....	4
SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	6
DEL 1 STATUS FOR BREDBÅNDSDEKNING	8
1 BREDBÅNDSDEKNING I PRIVATMARKEDET.....	9
1.1 Mål med kartleggingen	9
1.2 Datagrunnlag.....	9
1.3 Metode for beregning av dekning og tolking av resultater.....	11
1.3.1 Metode for beregning av dekningsestimater.....	11
1.3.2 Tolking av resultater	12
1.4 Bredbåndsdekning i privatmarkedet	13
1.5 Vurdering av dekning i bedriftsmarkedet	22
1.5.1 Grunndekning $\geq 640/128$ kbit/s	22
1.5.2 Dekning innenfor høyere kapasitetsklasser	23
1.5.3 Bedriftsmarkedet og aksessmetoder	24
1.5.4 Bedriftsmarkedet – mer sammensatt enn husholdningene?.....	25
DEL 2 BREDBÅNDSUTVIKLING FREM MOT 2015.....	26
2 UTVIKLING I KAPASITETSBEHOV	27
2.1 Innledning	27
2.2 Dagens kapasitetsbehov	28
2.3 Trender og drivkrefter.....	29
2.3.1 Brukeradferd og bruksmønster – etterspørselsdrevet utvikling.....	29
2.3.2 Tjenestekonsepser og forretningsmodeller – tilbudsrevet utvikling	33
2.3.3 Regulatoriske og politiske rammer – myndighetsdrevet utvikling.....	35
2.3.4 Drivkrefter for økt kapasitetsbehov i bedriftsmarkedet.....	36
2.3.5 Drivkrefter for økt kapasitetsbehov i offentlig sektor	37
2.4 Kapasitetsbehovet i 2015	38
2.4.1 Utviklingsbane 1: ”Godt nok?”.....	39
2.4.2 Utviklingsbane 2: ”En ledende bredbåndsnasjon”.....	41
3 TEKNOLOGISK UTVIKLING.....	43
3.1 Generelt om aksesssteknologier	43
3.1.1 Skalerbarhet og begrensninger.....	43
3.2 Faste aksesssteknologier.....	45
3.2.1 Fiberoptiske aksessnett (FTTH).....	45
3.2.2 Kabel-TV-nett / HFC	48
3.2.3 DSL.....	51
3.2.4 Oppsummering - faste aksesssteknologier	55
3.3 Trådløse aksesssteknologier	57
3.3.1 Innledning	57
3.3.2 GSM/UMTS/HSPA/LTE.....	58
3.3.3 CDMA2000	62
3.3.4 WiMAX	63
3.3.5 Bredbånd via satellitt	64
3.3.6 Oppsummering – trådløse aksesssteknologier	65
3.4 Kommersiell utvikling mot 2015.....	67

4	KOMMERSIELL DEKNING I 2015.....	70
4.1	Metode	70
4.2	Utviklingsbane 1: ”Godt nok?”.....	70
4.3	Utviklingsbane 2: ”En ledende bredbåndsnaasjon”	71
5	KOSTNADSANALYSE - RESTMARKEDET.....	73
5.1	Metode	73
5.1.1	En eksempelkommune – Aremark.....	73
5.1.2	Forutsetninger og avgrensinger	78
5.2	Utbygging av restmarkedet – UB1	78
5.2.1	Kostnad og rekkevidde	78
5.2.2	Modellresultater	79
5.3	Utbygging av restmarkedet – UB2	81
5.3.1	Kostnadselementer.....	81
5.3.2	Modellresultater – UB2	83
5.4	Data og datakilder.....	85
5.5	Datakvalitet.....	85

Innledning

Nexia og Econ Pöyry har på oppdrag fra Fornyings- og administrasjonsdepartementet (FAD) utarbeidet denne rapporten.

Formålet med rapporten er todelt:

1. Kartlegge bredbåndsdekningen i Norge per 31. desember 2008 samt estimere dekning per 30. juni og 31. desember 2009.
2. Vurdere utvikling i kapasitetsbehov frem mot 2015, samt estimere kostnader forbundet med å gi restmarkedet (dvs. de kunder som ikke vil kunne få et tilbud basert på kommersiell utbygging og drift) tilstrekkelig kapasitet, gitt antatt fremtidig behov.

Selv om det i rapporten drøftes hvordan myndighetene kan påvirke både behovsutviklingen og kostnadene forbundet med å gi restmarked tilstrekkelig kapasitet, ligger tilrådingen om konkret offentlig virkemiddelbruk for å bidra til høyere bredbåndskapasiteter utenfor denne rapportens mandat.

Del 1 av rapporten inneholder status for bredbåndsdekningen i Norge. Basert på informasjon fra tilbyderne i bredbåndsmarkedet, har vi vurdert dekning på kommune-, fylkes- og nasjonalt nivå per 31. desember 2008, 30. juni 2009 og 31. desember 2009.

Vi har i størst mulig grad lagt til grunn samme metodikk som har vært benyttet i tilsvarende kartlegginger av bredbåndsdekning som har blitt utarbeidet på oppdrag fra FAD de senere årene. Det innebærer bl.a. at 640 kbit/s nedstrømskapasitet og 128 kbit/s oppstrømskapasitet er definert som minimumskapasiteter for bredbånd. Videre defineres dekning som tilbud om bredbånd til privatkunder til konkurransedyktige priser. Det skilles mellom fastnettbasert og mobilbasert dekning.

I tillegg til å gi status for bredbåndsdekning basert på 640/128 kbit/s som minimumskapasitet, gir kartleggingen også oversikt over bredbåndsdekning definert med høyere nedre grense for nedstrøms og oppstrøms kapasitet ($\geq 4/0,5$ Mbit/s, $\geq 8/0,5$ Mbit/s, $\geq 12/0,8$ Mbit/s, $\geq 25/1$ Mbit/s samt $\geq 10/10$ Mbit/s og $\geq 50/50$ Mbit/s på et overordnet nivå).

Selv om kartleggingen av bredbåndsdekning fokuserer på privatmarkedet, inneholder rapporten også en vurdering av dekningen i bedriftsmarkedet.

Del 2 av rapporten innledes med drøftelse av trender og drivkrefter som vil påvirke bredbåndsbrukernes kapasitetsbehov frem mot 2015. På bakgrunn av denne drøftelsen, har vi tatt frem to eksempler på mulige utviklingsbaner for kapasitetsbehovet de nærmeste årene.

Videre gir vi en beskrivelse og vurdering av forskjellige bredbåndsteknologier, samt antatt utvikling for de ulike teknologiene frem mot 2015.

Med utgangspunkt i kapasitetsbehovene vi har definert for de to utviklingsbanene, samt vurderingen av teknologisk utvikling, har vi tatt frem estimer for omfanget av den kommersielle dekningen i 2015. Vi vurderer i hvilken grad markedet, dvs. tilbydere på kommersielt grunnlag, vil komme til å levere tilstrekkelig kapasitet i forhold til minimumskravene som er definert i de to utviklingsbanene.

Basert på vurderingen av omfanget av kommersiell dekning har vi estimert kostnader forbundet med å gi restmarkedet (dvs. de kunder som ikke vil kunne få et tilbud basert på kommersiell utbygging og drift) tilstrekkelig kapasitet, gitt kapasitetsbehovene som er definert i de to utviklingsbanene og antatt teknologisk utvikling. Kostnadsanalysen tar utgangspunkt i 15 eksempelkommuner, og baserer seg i hovedsak på samme metodikk som tilsvarende kostnadsanalyser som ble gjennomført av henholdsvis Teleplan/Econ, Teleplan og Nexia, på oppdrag for ulike departement, i 2002, 2005 og 2007.

Sammendrag og konklusjoner

Norsk topografi og befolkningsstruktur er ikke et ideelt utgangspunkt for utbygging av bredbåndsnett. Store arealer kombinert med en spredt bebyggelse med en stor andel eneboliger gjør at kostnadene for bredbåndsutbygging i Norge blir høyere enn i mange andre land. Til tross for dette viser denne rapporten at Norge har gått fra tilnærmet null til tilnærmet full bredbåndsdekning på under ti år. Målet om bredbåndsdekning i hele landet, med minimum 640 kbit/s nedstrøms kapasitet, er dermed så godt som oppnådd:

- 99,0 prosent av husholdningene i Norge hadde bredbåndsdekning i form av fast aksess (xDSL, kabel-tv-nett, fiber eller fast radio) ved utgangen av 2008.
- Andelen husholdninger med fast aksess øker gjennom 2009, og estimeres til 99,3 prosent ved utgangen av 2009.
- Mobilt bredbånd bidrar til at dekningen er tilnærmet 100 prosent.
- Likevel mangler fortsatt enkelte husstander et bredbåndstilbud.
- Dekningen er lavere for bredbånd med mer enn 640 kbit/s nedstrøms kapasitet.
- Dekningen i bedriftsmarkedet er om lag på linje med dekningen for husholdninger.

For store deler av norsk befolkning er bredbåndstilgang blitt en viktig del av hverdagen. I fremtiden vil bredbåndstjenester kreve høyere kapasiteter enn de gjør i dag. I denne rapporten analyserer vi fremtidige kapasitetsbehov, hvordan ulike teknologier kan møte disse behovene og hvilke kostnader som er forbundet med å tilby bredbånd til husstander og virksomheter som ikke vil ha kommersielle tilbud i 2015.

Vår drøftelse av markedsmessig og teknologisk utvikling gir ikke noe entydig svar på hva kapasitetsbehovet i bredbåndsmarkedet vil være i 2015. Både forhold på etterspørsels- og tilbudssiden i markedet vil imidlertid bidra til å øke kapasitetsbehovet betydelig de nærmeste årene. Dessuten vil utviklingen i kapasitetsbehovet påvirkes av bredbåndspolitikken, hvor viktig norske myndigheter anser utbygging av høykapasitets bredbåndsnett å være, samt hvilke politiske og regulatoriske virkemidler myndighetene velger å benytte seg av for å påvirke tempoet i nettutbyggingen.

På samme måte som Soria Moria-målet fra 2005 om bredbåndsdekning i hele landet har vært viktig for å oppnå tilnærmet full dekning, kan nye mål for kapasitetsutviklingen i bredbåndsnettene bli viktig for utviklingen av kapasitetsbehovet frem mot 2015. Erfaringer fra andre land indikerer at landene med de mest ambisiøse politiske målsettingene og visjonene har kommet lengst i bredbåndsutviklingen, både kapasitetsmessig og bruksmessig. Norske myndigheter kan velge å ligge i forkant og fremme utviklingen av kapasitetskrevede tjenester og utbyggingen av høykapasitetsnett i hele landet, eller det kan overlates til markedet alene å styre denne utviklingen.

Basert på drøftelser av trender og drivkrefter har vi beskrevet to eksempler på mulige utviklingsbaner for kapasitetsbehovet frem mot 2015, som vi har kalt henholdsvis "Godt nok?" og "En ledende bredbåndsnasjon". I "Godt nok?" (UB1) er minimumskapasiteten økt fra dagens 640 kbit/s nedstrøms og 128 kbit/s oppstrøms til henholdsvis 8 Mbit/s nedstrøms og 1 Mbit/s oppstrøms. I "En ledende

bredbåndsnaşjon" (UB2) er 50 Mbit/s nedströms og 10 Mbit/s oppströms definert som minimumskapasiteter.

Vi har beregnet kostnadene for å tilby dekning til den delen av landets husstander og virksomheter som ikke dekkes av den forventede kommersielle utbyggingen i 2015 (restmarkedet) for både UB1 og UB2. Vi har beregnet utbyggingskostnader og tilskuddsbehov. Utbyggingskostnad er kostnaden for å etablere nett og installere kunder. Tilskuddsbehovet er lik utbyggingskostnad fratrukket etableringsinntekter og kunde verdi.

I UB1 har vi basert kalkylene på utbygging av restmarkedet med mobilt bredbånd (LTE). Kostnadsanalysen for UB1 indikerer at nødvendig tilskuddsbehov er mellom 470 og 1 540 millioner kroner. Dette kostnadsestimatet påvirkes i stor grad av om digital-dividende-frekvensene allokteres til mobilt bredbånd eller ikke. Dersom disse brukes til bredbånd vil kommersiell dekning bli høyere og kostnad per dekket husstand/virksomhet i restmarkedet bli lavere.

I UB2 har vi basert kalkylene på utbygging av restmarkedet med fiber som aksessmetode. Kostnadsanalysen for UB2 indikerer at nødvendig tilskuddsbehov vil være mellom 7 og 14 milliarder kroner. Tilskuddsbehovet vil særlig avhenge av framføringskostnader internt i den enkelte kommune. Det nedre anslaget forutsetter at flertallet av brukerne etablerer sin egen aksess fram til nærmeste skjøtepunkt og at rundt 1/4 av framføring langs veier skjer i allerede etablerte trekkør.

Sentrale spørsmål som vil påvirke utviklingen i kapasitetsbehov, omfanget av kommersiell dekning i 2015, samt kostnadene for å dekke restmarkedet er:

- Hvilke politiske mål og ambisjoner skal settes for utbyggingen av høykapasitets bredbåndsnett i Norge de nærmeste årene?
- Skal digital dividende benyttes til mobilt bredbånd eller TV?
- Skal tilgang til høykapasitets bredbåndsnett reguleres før nettene er bygd ut, eller skal det gis klare insentiver til mest mulig kommersiell utbygging av høykapasitetsnett de nærmeste årene?
- Skal kommuner, vegmyndigheter etc. tillates å sette strenge tekniske krav til etablering/flytting av grøfter for legging av fiber og rør, samt for oppsetting/flytting av stolper, eller skal det etableres en enhetlig, nasjonal føringsvei-/trekkørpolitikk som stimulerer til mest mulig utbygging av høykapasitets bredbåndsnett i hele landet?
- Er effektivisering av helsevesen og eldreomsorg gjennom satsning på videobasert e-helse/telemedisin en prioritert oppgave?
- Er utvikling av nye digitale, videobaserte læringsarenaer på alle nivåer i utdanningssektoren viktig for å videreutvikle Norge som en kunnskapsnaşjon?

Mandatet for rapporten har vært å analysere bredbåndsutviklingen fra i dag og frem mot 2015. Ideelt sett burde vi utvide horisonten og planlegge bredbåndsnett for våre barnebarn. Hvis vi tenker langsiktig, kan vi realisere et landsdekkende, fremtidsrettet bredbåndsnett til en relativt lav kostnad gjennom klok og konsistent framførings- og tilgangsregulering kombinert med et regime som sikrer et tett samarbeid mellom kommersielle nettutbyggere og lokalsamfunn. Jo raskere en utvikling mot fremtidens løsninger starter, desto større vil verdien for samfunnet bli.

Del 1

Status for bredbåndsdekning

1 Bredbåndsdekning i privatmarkedet

1.1 Mål med kartleggingen

Offentlige myndigheter har siden 2002 fått gjennomført kartlegginger av status for bredbåndsdekning i Norge. Ett av formålene med prosjektet som er dokumentert i denne rapporten, er å kartlegge status for bredbåndsdekning for ulike kapasiteter i privatmarkedet i Norge ved utgangen av 2008 og utviklingen gjennom 2009. Vi gjør også en overordnet vurdering av bredbåndsdekning i bedriftsmarkedet, med utgangspunkt i estimatene for dekning i privatmarkedet.

Basisdefinisjonen av bredbånd som benyttes i denne kartleggingen er den samme som har vært lagt til grunn i de tidligere tilsvarende kartleggingene av bredbåndstatus. Definisjonen er basert på Regjeringens brukerorienterte definisjon av bredbånd som stiller krav til mulighet for overføring av levende bilder. Definisjonen stiller også krav til toveis forbindelse. Bredbånd er på bakgrunn av disse premissene definert som kapasiteter over 640 kbit/s til husstanden (nedstrømskapasitet) og kapasiteter over 128 kbit/s ut fra hver husstand (oppstrømskapasitet). I tillegg til å gi status for bredbåndsdekning basert på denne basisdefinisjonen, gir kartleggingen også oversikt over bredbåndsdekning definert med høyere nedre grenser for nedstrøms kapasiteter (henholdsvis $\geq 4/0,5$ Mbit/s, $\geq 8/0,5$ Mbit/s, $\geq 12/0,8$ Mbit/s, $\geq 25/1$ Mbit/s samt $\geq 10/10$ Mbit/s og $\geq 50/50$ Mbit/s på et overordnet nivå).

Vi har lagt til grunn de samme teknologiene for bredbånd som er benyttet i tidligere analyser. Dette er xDSL, kabel-tv-nett/HFC, fiber, fast radioaksess og mobilt bredbånd. De ulike teknologiene gir ulike muligheter for kapasiteter til og fra brukerne (nedstrøms/oppstrøms). De ulike teknologiene og muligheter for kapasiteter er nærmere beskrevet i kapittel 3 i denne rapporten. Det er forutsatt at tilbudet om bredbåndsdekning innenfor de ulike teknologiene gis til konkurransedyktige priser.

1.2 Datagrunnlag

Bredbåndsestimatene som presenteres i del 1 i denne rapporten er basert på informasjon fra bredbåndsoperatørene samt noe informasjon fra fylkeskommunene i forbindelse med at de disponerer offentlig bevilgede midler til bredbåndsprosjekter. Nedenfor beskriver vi datakildene nærmere.

Bredbånd Dekningsanalyse 2008

Vi har fått tilgang til grunndata fra den siste nasjonale kartleggingen av bredbåndstatus i Norge: *Bredbånd Dekningsanalyse 2008*. Kartleggingen ble gjennomført av Teleplan for Fornyings- og administrasjonsdepartementet våren 2008. Dataene har vært levert på operatørnivå og består av operatørens vurdering av egen dekning per relevant teknologi (for kapasiteter $\geq 640/128$ kbit/s) per kommune per 31.12 2008.

Kapasitetskartlegging av bredbåndsdekning i privatmarkedet 2008

Vi har videre fått tilgang til grunndata fra prosjektet *Kapasitetskartlegging av bredbåndsdekning i privatmarkedet*, gjennomført av Teleplan for Post- og teletilsynet våren 2009. Dataene har vært levert på operatørnivå og består av operatørens vurdering av egen dekning per relevant teknologi for kapasitetsklassene $\geq 4/0,5$ Mbit/s, $\geq 8/0,5$ Mbit/s, $\geq 12/0,8$ Mbit/s og $\geq 25/1$ Mbit/s per postnummer per 31.12 2008.

Nye innsamlede data fra operatørene

Gitt at den sistnevnte undersøkelsen nylig var gjennomført når denne kartleggingen startet opp sent våren 2009, var det en forutsetning at operatørene i minst mulig grad skulle belastes med å levere inn data på nytt og at dataene i størst mulig grad skulle gjenbrukes.¹ Vi har bearbeidet og satt sammen de to datasettene per operatør. Det er stor grad av overlapp mellom operatører som har meldt inn data i de to undersøkelsene. For operatører som har meldt inn data i den siste av de to undersøkelsene er dataene satt sammen slik at de nyeste dataene har overstyrt de gamle der dette har vært logisk (eksempelvis at innmeldt dekning for en teknologi i kapasitetsklassen $\geq 4/0,5$ Mbit/s i en kommune har vært større enn tidligere innmeldt dekning for den samme teknologien i den samme kommunen for kapasitetsklassen $\geq 640/128$ kbit/s).

Hver operatør som har deltatt i én eller begge av de tidligere undersøkelsene har fått tilsendt en ferdigutfylt oversikt over tidligere innmeldte data for ulike teknologier, kapasitetsklasser og kommuner. Forespørselen til operatørene har vært å bekrefte sine dekningsestimater for status per 31.12 2008 samt gi estimater for dekning per juni og desember 2009. Operatørene har fått en anledning til å melde tilbake "ingen endring" dersom vår oversikt har gitt et uttrykk for den reelle situasjonen. Det har vært utfordrende å henvende seg til bredbåndsoperatørene kort tid etter at de har meldt inn dekningsdata til kapasitetsundersøkelsen (februar/mars 2009). I lys av dette kan det i fremtiden være hensiktsmessig å vurdere en større grad av koordinering mellom de ulike formene for rapportering operatørene bidrar med i offentlige sammenhenger. Totalt har data fra 124 operatører inngått i denne analysen. En liste over operatørene er gitt i vedlegg 4.

Informasjon fra fylkeskommuner

Fylkeskommuner disponerer offentlig bevilgede midler fra Kommunal- og regionaldepartementet og Fornyings- og administrasjonsdepartementet. Det er bevilget midler både før 2008, i 2008 og i 2009.

Vi har vært i kontakt med samtlige fylkeskommuner for å innhente deres vurdering av bredbåndsdekning i sine respektive kommuner, særlig med tanke på hvordan de offentlig bevilgede midlene disponeres. Formålet med dette har vært å innhente informasjon som et *supplement* til informasjonen fra operatørene og i størst mulig grad sikre at endring i dekning fanges opp i estimatene som framkommer av operatørens tilbakemeldinger og modellberegningene. I hovedsak er informasjon innhentet for midler som er bevilget i 2008. Det er likevel vårt inntrykk at det er noe etterslep i prosjekter finansiert med tidligere bevilgninger, og at informasjonen fra fylkeskommunene ikke nødvendigvis kun er relatert til midler bevilget i 2008.

¹ I tillegg rapporterer operatørene jevnlig ulike data til offentlige myndigheter som Post- og teletilsynet og Statistisk sentralbyrå.

Fylkeskommunene er tydelige på at det går en viss tid mellom tidspunktet fra bevilgningene av bredbåndsmidler er gitt til resultatene av midlene er realisert. Midler som er bevilget i 2009 får i hovedsak effekt fra 2010.

Fylkeskommunene gir inntrykk av at de offentlige midlene bidrar til utbygging av bredbåndsakssesser i alle fylker bortsett fra Oslo, Akershus og Finnmark. Finnmark har benyttet alle bredbåndsmidlene til transportnett. Akershus har fått tildelt midler og er i oppstartsfasen av utbyggingen. Utbyggingen vil omfatte 11 utkantkommuner. Kundeinstallasjonene forventes å være ferdigstilt i løpet av 2010. Oslo har ikke søkt om offentlige midler.

1.3 Metode for beregning av dekning og tolking av resultater

1.3.1 Metode for beregning av dekningsestimater

Estimater for grunndekning $\geq 640/128\text{kbit/s}$ samt mobilt bredbånd

Vi har benyttet samme tretrinnsmodell som er lagt til grunn i *Bredbånd Dekningsanalyse 2008* (heretter kalt Bredbåndskartleggingen for 2008). Modellen går ut på å estimere bredbånddekning via fast aksess (grunndekning). Deretter estimeres en tilleggsdekning som følge av mobilt bredbånd. Sammen med grunndekningen utgjør tilleggsdekningen fra mobilt bredbånd den totale dekningen. Dekningsestimaterne utarbeides på nasjonalt, fylkeskommunalt og kommunalt nivå.

Vårt grunnleggende utgangspunkt for kartleggingen av bredbånddekning med kapasiteter $\geq 640/128\text{kbit/s}$ har vært å vurdere om estimatene for bredbånddekning ved utgangen av 2008 (utarbeidet i mars 2008) ble innfridd, samt å vurdere endringer i dekning gjennom 2009. I dette ligger det at metoden for framstilling av estimatene ideelt sett bør holdes uendret. En utfordring i forhold til dette har vært at *metoden for aggregering av data fra operatørnivå til kommunenivå* i bredbåndundersøkelsen fra 2008 bare er kjent på et overordnet nivå.

Vi har lagt til grunn *den samme overordnede metoden* for aggregering av dekning mellom operatører med like teknologier og mellom dekning for de ulike teknologiene per kommune. Utgangspunktet er operatørenes estimater for bredbånddekning per teknologi per kommune. For fast aksess har vi for hver kommune tatt utgangspunkt i operatører med samme teknologi og aggregert dette til et uttrykk for dekningen i denne kommune ved denne teknologien. Deretter har vi tatt utgangspunkt i den dominerende teknologien (teknologien med høyest dekning) i kommunen. Dette tallet justeres for dekning med andre teknologier som er tilgjengelig. Dekningsestimaterne i bredbåndskartleggingen fra 2008 er i tillegg justert med hensyn til befolkningstetthet i de respektive kommunene og tilgang på annen informasjon fra lokalt hold. For å unngå avvik i estimatene som skyldes metodeforskjeller mellom bredbåndskartleggingen for 2008 og vår kartlegging, har vi med utgangspunkt i grunnlagsdataene fra bredbåndskartleggingen i 2008, utarbeidet en enkel justeringsfaktor per kommune som et uttrykk for metodeforskjellen i de to kartleggingene. Justeringsfaktoren er basert på *avviket* mellom estimatene i vår kartlegging og de foreliggende estimatene. Justeringsfaktoren vil dermed både ta opp i seg forskjeller i metode og andre tilpasninger som er gjort i de foreliggende estimatene. Justeringsfaktoren er sammen med nye estimater for dekning fra operatørene benyttet for å verifisere det tidligere estimatet for dekning ved utgangen

av 2008 samt utarbeide nye estimatene for henholdsvis juni og desember 2009. For mobilt bredbånd har vi som sagt beregnet dekningen samt estimert en tilleggsdekning. Beregningen er basert på innmeldte data fra operatørene for dekning på de ulike tidspunktene, samt den tilleggsdekningen som er estimert for mobilt bredbånd i Bredbåndsrapporten for 2008.

Estimatene som framkommer på kommunenivå er vurdert i forhold til informasjon innhentet fra fylkeskommunene. En utfordring ved dette er at de ulike kildene til informasjon har ulik oppfatning av hva som er faktisk og forventet dekning i den enkelte kommune. Vi kommer nærmere tilbake til dette under avsnittet om tolking av resultater.

Estimater for dekning i høyere kapasitetsklasser

Rapporten *Kapasitetskartlegging av bredbåndsdekning i privatmarkedet i 2008* angir dekning for kapasitetsklassene 4/0,5 til 25/1Mbit/s per postnummer per 31.12 2008 fordelt på *fylkeskommuner*. I vår kartlegging har vi beregnet estimater for dekning per kommune, fylkeskommune og nasjonalt for de samme kapasitetsklassene ved utgangen av 2008 samt for juni og desember 2009.

På samme måte som over har utgangspunktet vært å relatere dekningsestimater for 2009 til det som er presentert i *Kapasitetskartlegging av bredbåndsdekning i privatmarkedet i 2008*. Heller ikke her kjenner vi den eksakte metoden for framstillingen av estimatene på fylkeskommunalt nivå. Vi har lagt til grunn den samme overordnede metoden for aggregering mellom operatører og teknologier som beskrevet over. Vi har derfor også her utarbeidet en justeringsfaktor som vi mener tar hensyn til forskjeller i metode for utarbeiding av estimatene (jf. beskrivelse av tilsvarende framgangsmåte over). Justeringsfaktoren er basert på grunnlagsdataene fra prosjektet *Kapasitetskartlegging av bredbåndsdekning i privatmarkedet i 2008* samt våre beregninger. En utfordring er at estimatene som presenteres i den nevnte rapporten kun er på fylkeskommunalt nivå. Justeringsfaktoren per kommune relateres dermed til det fylkeskommunale estimatet. Dette innebærer en utjevning av estimatene mellom kommunene i det respektive fylket. Estimaterne for dekning er dermed usikre. Estimaterne på kommunalt nivå er kalibrert i forhold til estimater for dekning i kapasitetsklasse $\geq 640/128\text{kbit/s}$.

1.3.2 Tolkning av resultater

Det finnes ikke en fasit på hva som er en presis metode for å estimere bredbåndsdekning i Norge. Metoden som er benyttet i de nasjonale kartleggingene de siste årene følger noen likevel grunnprinsipper:

- Estimaterne baseres på dekningsdata fra bredbåndsoperatørene.
- Dekningsdataene aggregeres mellom operatører innenfor samme teknologi og mellom teknologier innenfor hver enkelt kommune.
- Etter hvert har også metoden omfattet en form for justeringer av estimatene knyttet til befolkningstetthet, geografiske data og lignende.
- I tillegg gjøres det individuelle tilpasninger av estimater basert på annen informasjon eller kunnskap, for eksempel fra lokale undersøkelser om bredbåndsdekning.

Metoden ble etablert i forbindelse med den første nasjonale bredbåndskartleggingen i Norge i 2002. Den gangen var formålet å få kunnskap om ulikheter i bredbåndsdekningen i ulike kommuner. Metoden og framgangsmåten innebærer en modellering av virkeligheten etter noen generelle prinsipper. En modellering er et forsøk på å gjengi virkeligheten, men vil aldri være en *helt nøyaktig* gjengivelse av virkeligheten. På et overordnet nivå anser vi likevel at modelleringen gir et godt bilde av den faktiske situasjonen. På lokalt nivå er metoden imidlertid ikke presis nok til å fange opp alle lokale forhold. Justeringer for befolkningstetthet og andre geografiske forhold vil også nødvendigvis innebære en form for gjennomsnittsbetraktninger innad i en kommune.

Vi er kjent med at kommuner og fylkeskommuner i noen tilfeller ikke kjenner seg igjen i de estimatene som presenteres i de nasjonale bredbåndskartleggingene. Dette vil trolig også være tilfelle for estimatene i denne rapporten ettersom vi baserer oss på den samme metoden/modelleringen samt estimer fra tidligere kartlegginger. At det er ulike oppfatninger om bredbåndsdekning i de enkelte lokale markedene er sannsynligvis både et uttrykk for at estimatene er basert på en modellering, at det kan være ulike definisjoner av bredbånd som ligger til grunn og at det er ulik kunnskap og oppfatning av betydningen av lokale forhold. Estimaterne for nivåene på bredbåndsdekning på kommunenivå vil dermed nødvendigvis være usikre.

Man kan oppnå høyere kvalitet på dekningsestimaterne ved å hente inn dekningskart fra hver operatør og sammenstille slike kart med befolkningskart. En slik metode vil imidlertid kreve større bruk av ressurser hos operatører og analysemiljøene enn det har vært lagt opp til frem til nå. Noen operatører vil sannsynligvis også anse slik informasjon som konkurransesensitiv og vil derfor ha vanskeligheter med å dele slik informasjon. Uansett bør man vurdere hvordan slike kartlegginger skal innrettes i fremtiden.

1.4 Bredbåndsdekning i privatmarkedet

Bredbåndsdekningen i privatmarkedet i Norge i dag er tett opp til 100 prosent dersom bredbånd defineres som kapasiteter over 640/128 kbit/s og dekningen omfatter *total dekning* både basert på *fast aksess og mobilt bredbånd*. Mange kommuner, og også noen fylkeskommuner, har så godt som full dekning. Likevel er det husstander som fortsatt mangler dekning.

Basert på tilbakemeldinger fra bredbåndsoperatører og fra fylkeskommuner som gjennomfører prosjekter basert på offentlige bredbåndsmidler, ser vi en økning i total dekning gjennom 2009 i forhold til situasjonen ved utgangen av 2008. Estimaterne for bredbåndsdekningen ved utgangen av 2009 viser at bredbånd basert på *fast aksess* øker gradvis til over 99 prosent sammenlignet med om lag 99 prosent ved inngangen til året.

Nedenfor ser vi nærmere på bredbåndsdekningen i privatmarkedet på nasjonalt, fylkeskommunalt og kommunalt nivå.

Nasjonalt nivå

I tabell 1 har vi vist estimatene for bredbåndsdekning ved utgangen av 2008 og 2009. Estimatet for 2008 er her så vidt over det som ble presentert i Bredbånd rapporten fra 2008. Estimatet i Bredbånd rapporten fra 2008 ble utarbeidet i mars 2008 basert på operatørens *forventninger* om fremtidig dekning. Estimatet som presenteres i tabellen er basert på operatørens vurdering av den *faktiske* dekningen ved utgangen av 2008

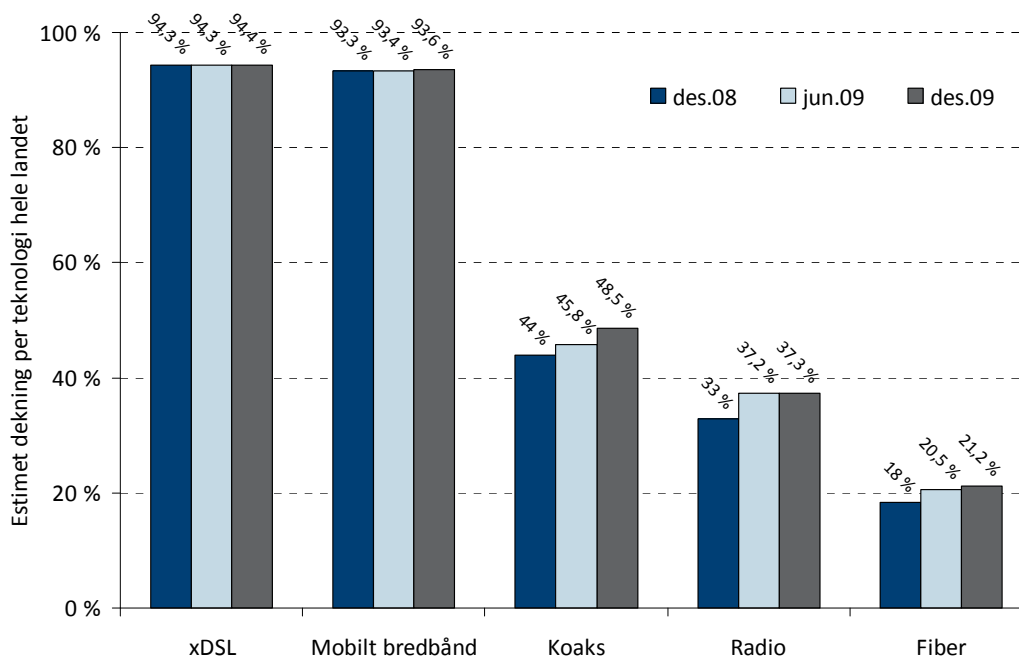
med ståsted i første halvår 2009. Det betyr at operatørene har realisert en høyere utbygging enn det som ble lagt til grunn i rapporten fra 2008.

	Estimert dekning per 31.12.2008		Estimert dekning per 30.06.2009		Estimert dekning per 31.12.2009	
	Andel husstander med dekning	Antall husstander uten dekning	Andel husstander med dekning	Antall husstander uten dekning	Andel husstan- der med dekning	Antall husstander uten dekning
Grunndekning: Bredbåndsdekning med fast aksess	99,0 %	≈ 21 000	99,2 %	≈ 18 000	99,3 %	≈ 16 000
Tilleggsdekning: Mobilt bredbånd (prosentpoeng)	0,9 %		0,7 %		0,6 %	
Total bredbåndsdekning	99,9 %	≈ 3 000	99,9 %	≈ 2 800	99,9 %	≈ 2 800

Tabell 1: Estimert bredbåndsdekning for Norge. $\geq 640/128\text{ kbit/s}$

Tabellen viser estimert dekning basert på fast aksess (grunndekning) samt tilleggsdekning som følge av mobilt bredbånd ved utgangen av 2008 samt per juni og desember 2009. Ved utgangen av 2008 hadde omlag 99 prosent av husstandene bredbåndsdekning med fast aksess. Den totale dekningen på samme tidspunkt var tett opp til 100 prosent. Grunndekningen øker til noe over 99 prosent i løpet av det inneværende året. Som vi ser øker andelen husstander med fast aksess, det vil si at tilleggsdekningen fra mobilt bredbånd synker tilsvarende. Målt i antall husstander vil om lag 3000 husstander fortsatt være uten dekning ved utgangen av 2009.

I Figur 1 har vi vist bredbåndsdekning for ulike bredbåndsteknologier i 2008 og 2009.

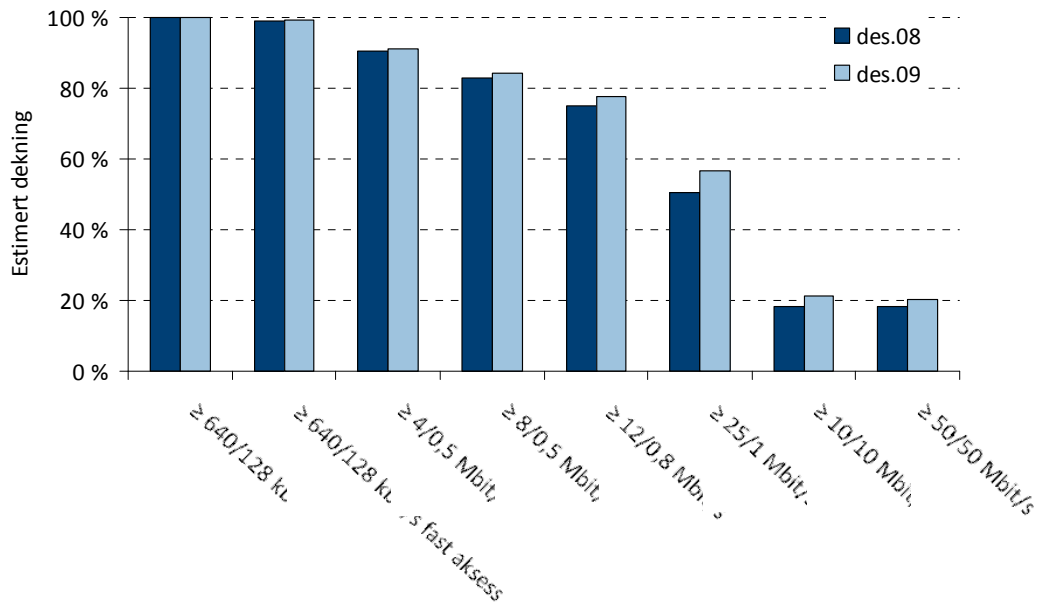


Figur 1: Estimert dekning per bredbåndsteknologi. $\geq 640/128$ kbit/s. Hele landet.

xDSL er den teknologien med høyest dekning. Dekningen med xDSL var i overkant av 94 prosent ved utgangen av 2008. Dette er så vidt høyere enn det som ble anslått i Bredbåndsrapporten for 2008, basert på nyere opplysninger fra operatørene. Det skjer en svak økning i xDSL-dekningen gjennom 2009. Veksten i xDSL-dekningen er imidlertid begrenset. Antall DSL-abonnenter har de siste kvartalene vist en svak nedgang, og vi antar at denne utviklingen vil fortsette. Vi ser også en konsolidering blant DSL-operatørene. I mai 2009 solgte eksempelvis Tele2, som da var Norges femte største bredbåndssoperatør, hele sin bredbåndsportefølje til NextGenTel.

De andre teknologiene (eksklusiv mobilt bredbånd) har lavere dekning i utgangspunktet. Estimaten for dekning med disse teknologiene ligger systematisk høyere enn estimatene i Bredbåndsrapporten fra 2008, som følge av at operatørene har vurdert faktiske dekning ved utgangen av 2008 som høyere enn de forutså i mars 2008. Felles for disse teknologiene er at dekningen øker mer enn xDSL-dekningen utover i 2009. Ved utgangen av 2009 anslås kabel-tv dekningen til i underkant av 50 prosent, radiodekning til om lag 37 prosent og fiberdekning til i overkant av 20 prosent.

Hittil har vi snakket om bredbånd som kapasiteter $\geq 640/128$ kbit/s. Ettersom bruken av bredbånd har endret seg betydelig i retning av mer kapasitetskrevenne tjenester er det relevant å vurdere bredbånddekning definert som kapasiteter over den tradisjonelle bredbåndsdefinisjonen ($\geq 640/128$ kbit/s). I Figur 2 har vi vist estimater for bredbånddekning ved utgangen av 2008 og 2009 for bredbånd definert som høyere kapasitetsklasser. For nærmere beskrivelse av teknologier og kapasiteter viser vi til kapittel 3.



Figur 2: Estimert bredbåndsdekning i ulike kapasitetsklasser.

Som vi ser er dekingen lavere jo høyere nedre grense som settes som definisjon på bredbåndskapasitet. Estimert for bredbåndsdekning for kapasitetsklasse 25/1≥Mbit/s var for eksempel om lag 50 prosent ved utgangen av 2008, det vil si om lag halvparten av dekingen målt etter den tradisjonelle bredbåndsdefinisjonen.

Fylkesvis deking

I tabell 2 har vi estimater for bredbåndsdekning i fylkene for 2008 og 2009 basert på bredbånd som kapasiteter ≥640/128kbit/s.

	Bredbåndsdekning 31.12.2008		Bredbåndsdekning 30.06.2009		Bredbåndsdekning 31.12.2009	
	Fast aksess	Inkl mobilt bredbånd	Fast aksess	Inkl mobilt bredbånd	Fast aksess	Inkl mobilt bredbånd
Akershus	99,1 %	≈100,0 %	99,2 %	≈100,0 %	99,4 %	≈100,0 %
Aust-Agder	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %
Buskerud	98,8 %	≈100,0 %	99,3 %	≈100,0 %	99,6 %	≈100,0 %
Finnmark	98,9 %	≈100,0 %	98,9 %	≈100,0 %	98,9 %	≈100,0 %
Hedmark	98,7 %	≈100,0 %	98,8 %	≈100,0 %	99,2 %	≈100,0 %
Hordaland	98,5 %	≈100,0 %	98,6 %	≈100,0 %	98,7 %	≈100,0 %
Møre og Romsdal	99,4 %	≈100,0 %	99,5 %	≈100,0 %	99,5 %	≈100,0 %
Nordland	97,2 %	99,3 %	97,4 %	99,4 %	97,7 %	99,4 %
Nord-Trøndelag	98,4 %	≈100,0 %	98,7 %	≈100,0 %	98,8 %	≈100,0 %
Oppland	97,7 %	≈100,0 %	97,9 %	≈100,0 %	98,0 %	≈100,0 %
Oslo	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %
Rogaland	99,6 %	≈100,0 %	99,6 %	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %
Sogn og Fjordane	97,6 %	99,3 %	98,5 %	99,3 %	98,6 %	99,4 %
Sør-Trøndelag	99,5 %	≈100,0 %	99,5 %	≈100,0 %	99,5 %	≈100,0 %
Telemark	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %
Troms	98,1 %	99,1 %	98,2 %	99,1 %	98,2 %	99,1 %
Vest-Agder	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %	≈100,0 %
Vestfold	99,3 %	≈100,0 %	99,4 %	≈100,0 %	99,5 %	≈100,0 %
Østfold	99,1 %	≈100,0 %	99,4 %	≈100,0 %	99,5 %	≈100,0 %
Norge totalt	99,0 %	≈100,0 %	99,2 %	≈100,0 %	99,3 %	≈100,0 %

Tabell 2: Estimert bredbåndsdekning per fylke.

Note: Alle estimat >99,6 % er satt lik ≈100,0 %

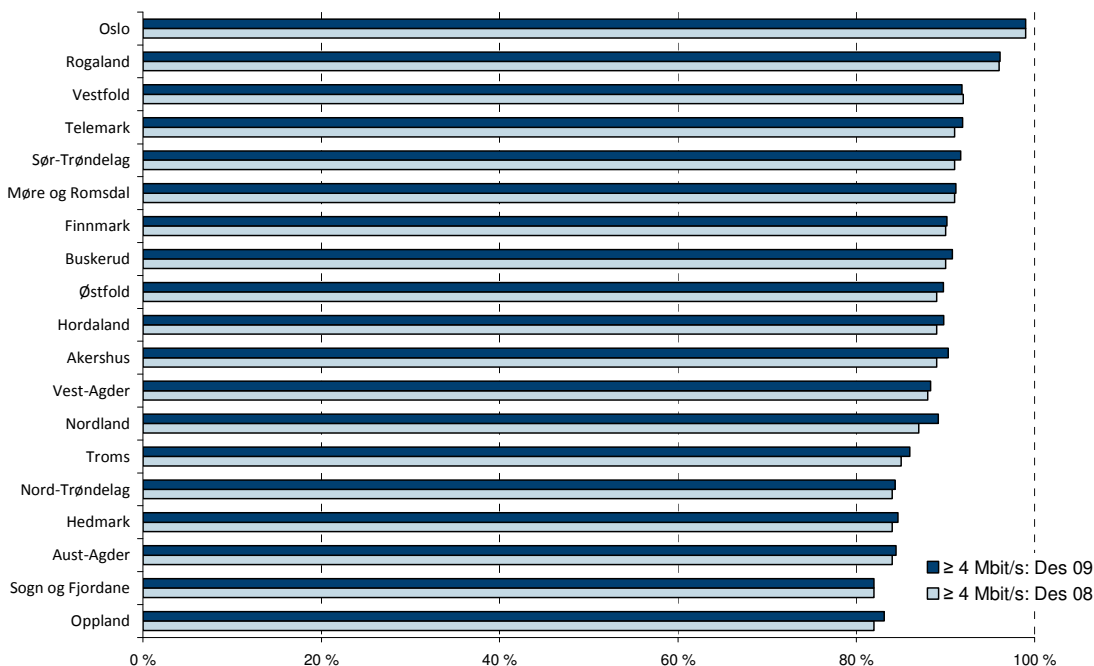
I tråd med Bredbåndsrapporten for 2008 presenteres alle estimater (både på fylkeskommunalt og kommunalt nivå)² over 99,6 prosent dekning som ≈100 % (tilnærmet lik 100 prosent). Som vi ser var dekningen ved fast aksess ved utgangen av 2008 tilnærmet 100 prosent (≈100 %) i fire fylker; Oslo, Aust- og Vest-Agder og Telemark. Alle fylker har en dekning over 97,6 prosent ved utgangen av 2008 målt ved fast aksess. Dersom vi legger til tilleggsdekning fra mobilt bredbånd hadde alle utenom tre fylker tilnærmet 100 prosent dekning ved utgangen av 2008.

Estimert dekning i fylkene målt ved fast aksess øker gjennom 2009. Estimaten indikerer en økning i dekning i nesten alle fylker som ikke allerede har ≈100 prosent dekning ved utgangen av 2008.

På samme måte som estimatene for dekning på nasjonalt nivå er lavere for økende nedre grenser for definisjon av kapasiteter for bredbånd, er de fylkeskommunale estimatene

² Tilsvarende form benyttes i alle vedlegg

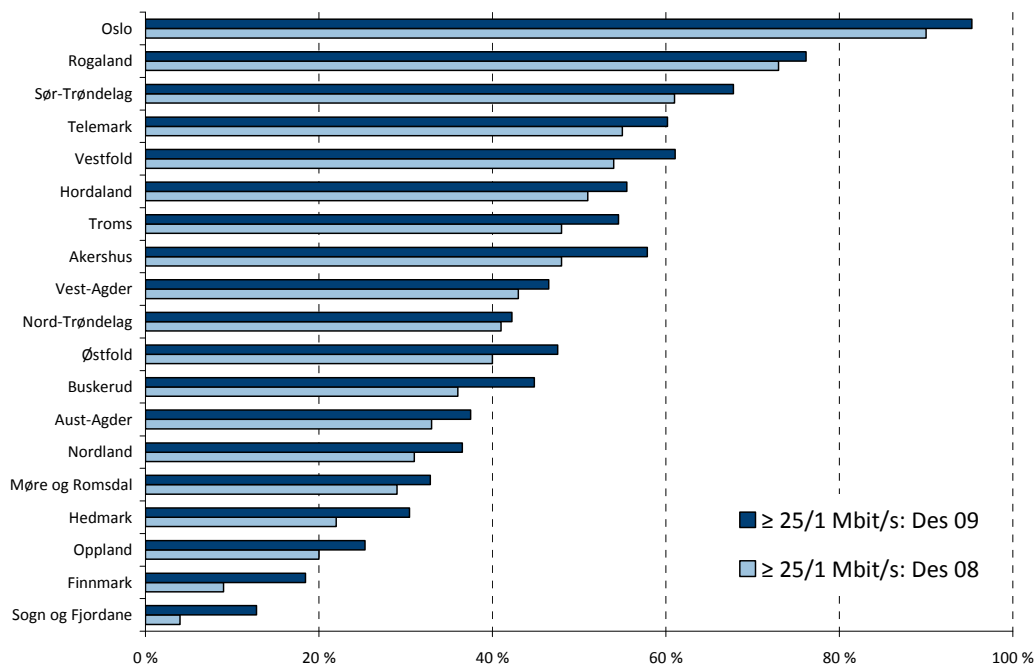
for dekning også lavere. I Figur 3 vi vist fylkeskommunal dekning for kapasitetsklassene $\geq 4/0,5$ Mbit/s. Figuren er sortert i rekkefølge etter dekningen i 2008.



Figur 3: Estimert dekning i kapasitetsklasse $\geq 4/0,5$ Mbit/s per fylke.

Den fylkesvise dekningen i kapasitetsklasse $\geq 4/0,5$ Mbit/s er relativt høy. Alle fylkene har dekning over 80 prosent i denne kapasitetsklassen. Forskjellen mellom fylkene er også relativt liten. Forskjellen mellom fylket med høyest og fylket med lavest dekningsestimert for denne kapasitetsklassen er i underkant av 10 prosentpoeng. For alle fylkene er det en vekst i dekningen fra 2008 til utgangen av 2009.

I figur 4 har vi vist fylkeskommunal dekning for kapasitetsklassene $\geq 25/1$ Mbit/s. Figuren er sortert i rekkefølge etter dekningen i 2008.



Figur 4: Estimert dekning i kapasitetsklasse $\geq 25/1$ Mbit/s per fylke.

Dekningen i kapasitetsklasse $\geq 25/1$ Mbit/s er generelt betydelig lavere enn for $\geq 4/0,5$ Mbit/s. Oslo er det fylket med høyest dekning i denne kapasitetsklassen. Sogn og Fjordane er lavest. I tillegg er variasjonene mellom fylkene mye større for denne kapasitetsklassen enn for $\geq 4/0,5$ Mbit/s. Forskjellen mellom fylket med høyest og fylket med lavest dekningsestimert er over 80 prosentpoeng. Figuren viser også her en vekst i dekingen fra 2008 til utgangen av 2009.

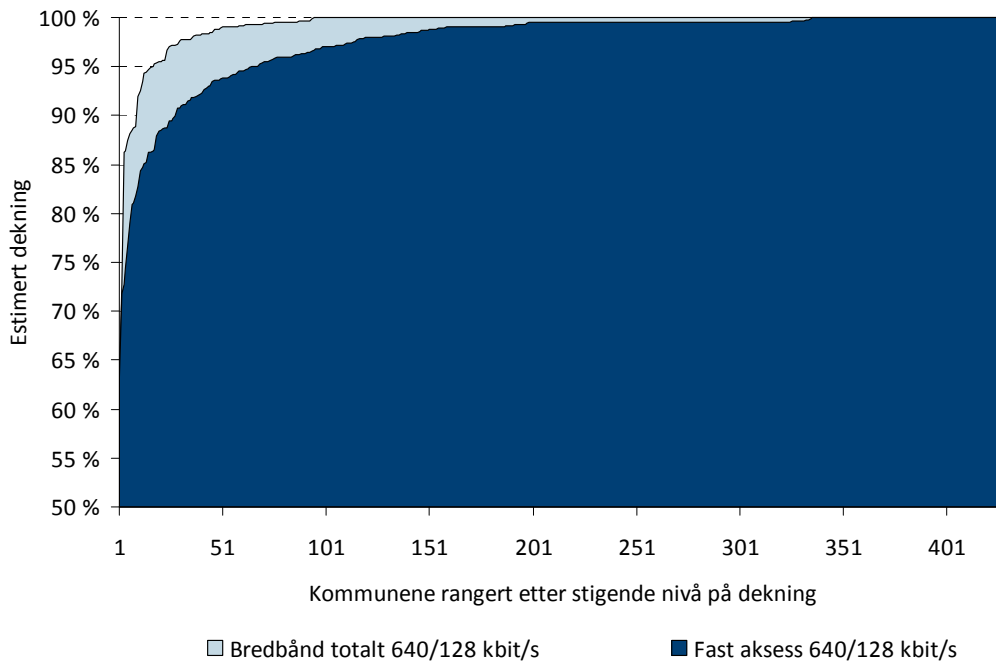
I vedlegg 2 viser vi fylkeskommunale estimat for flere kapasitetsklasser.

Dekning på kommunenivå

I figur 5 har vi vist estimert bredbåndsdekning i kommunene ved utgangen av 2008. Den horisontale akse viser kommunene (nummerert fra 1 og oppover) rangert etter *stigende nivå på dekning* i kommunene. Kommune 1 er kommunen med lavest dekning, kommune 2 nest lavest og så videre.

- Randen av den mørke kurven viser nivået på dekning i kommunene rangert etter stigende dekning via *fast aksess*. For eksempel har kommunen rangert som nr 100 i dekning via fast aksess (målt fra laveste dekning) om lag 95 prosent dekning via fast aksess.
- Randen av den lyse kurven viser nivået på dekning i kommunene rangert etter stigende *total* dekning (det vil si dekning samlet via fast aksess og mobilt bredbånd). For eksempel har kommunen rangert som nr 100 i total dekning (målt fra laveste dekning) om lag 99 prosent dekning.

For ordens skyld understreker vi at kommune 100 kan være to forskjellige kommuner i de to figurene. Dette fordi kurvene er rangert stigende *hver for seg* med utgangspunkt i henholdsvis dekning via fast aksess og total dekning. Formålet med figuren er å gi et inntrykk av dekning i kommunene sett under ett.

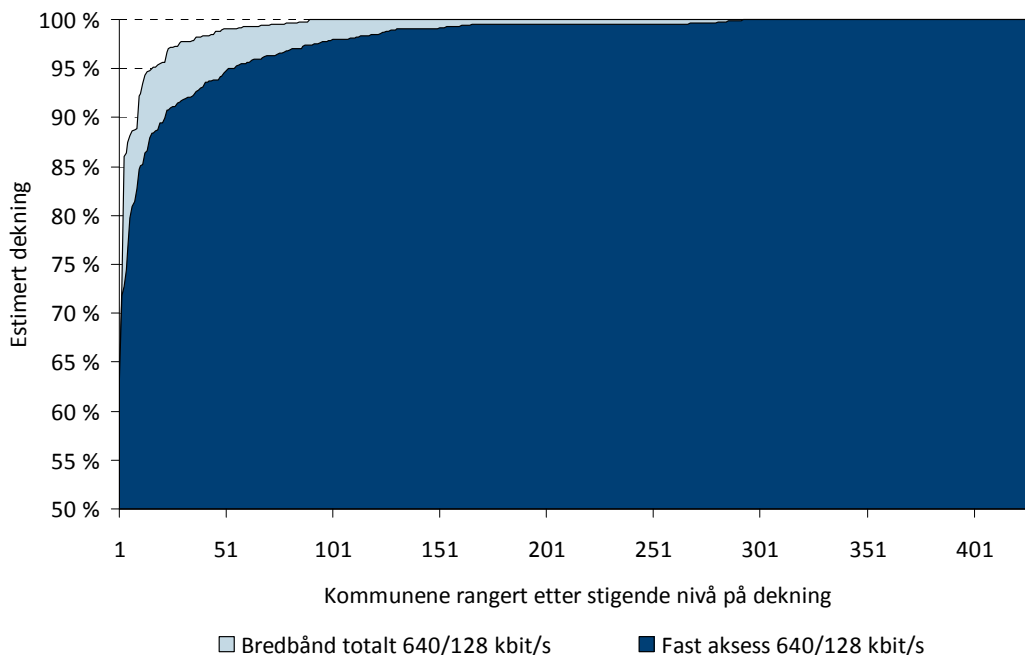


Figur 5: Estimert bredbåndsdekning i kommunene. $\geq 640/128$ kbit/s. Utgangen av 2008.

Om lag 85 prosent av kommunene hadde en estimert dekning ved fast aksess på over 95 prosent ved utgangen av 2008. Dette er på linje med estimatet i Bredbåndsrapporten for 2008. Våre estimer viser at om lag 24 prosent av kommunene hadde tilnærmet 100 prosent dekning ved fast aksess.³ Dette er noe høyere enn i Bredbåndsrapporten fra 2008. Målt etter total dekning hadde om lag 96 prosent av kommunene en dekning på over 95 prosent.

I figur 6 har vi vist estimert bredbåndsdekning i kommunene ved utgangen av 2009. Figuren er bygd opp på samme måte som Figur 5. Kommunene er rangert stigende fra 1 og oppover etter henholdsvis dekning via fast aksess (mørk kurve) og total dekning (lys kurve), se forklaring over.

³ Definert som $\geq 99,6$ prosent, jf. tidligere omtale.

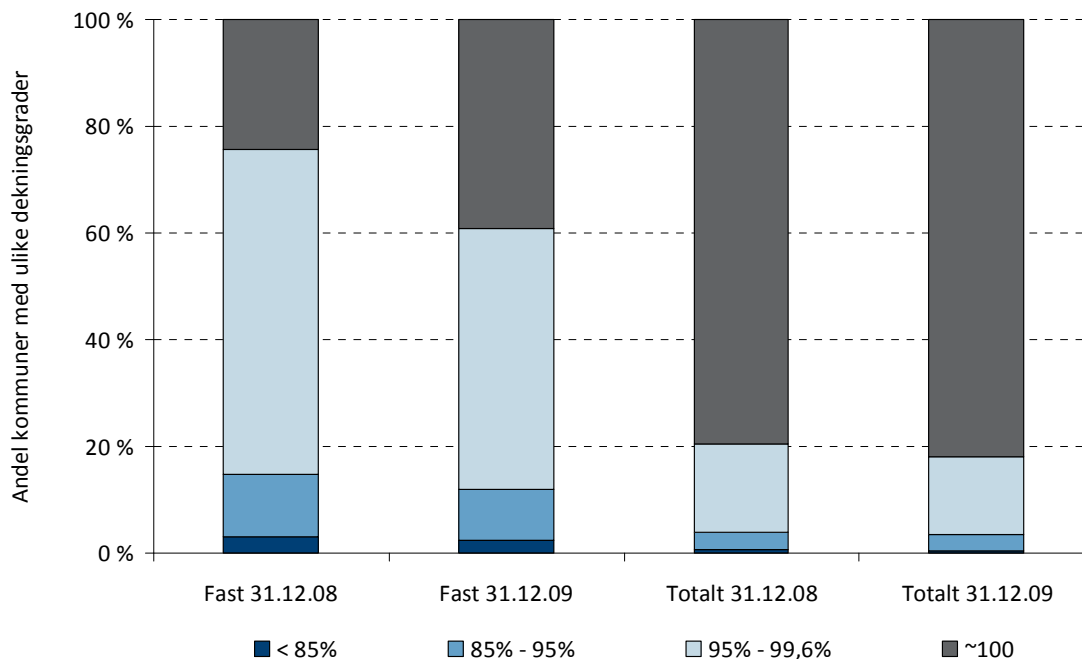


Figur 6: Estimert bredbåndsdekning i kommunene. $\geq 640/128$ kbit/s. Utgangen av 2009.

Om lag 88 prosent av kommunene forventes å ha en estimert dekning ved fast aksess på over 95 prosent ved utgangen av 2009. Dette er en økning på om lag 3 prosentpoeng i forhold til ved utgangen av 2008. Om lag 39 prosent av kommunene forventes å ha en dekning tilnærmet lik 100 prosent ved fast aksess.⁴ Målt etter total dekning forventes i overkant av 96 prosent av kommunene å ha en dekning på over 95 prosent.

I figur 7 har vi oppsummert bildet av dekningen på kommunalt nivå. Kommunene er gruppert i intervaller av dekningsgrader; <85 prosent, mellom 85 og 95 prosent, mellom 95 og 99,6 prosent og tilnærmet lik 100 prosent (det vil si lik eller høyere enn 99,6 prosent: $\approx 100\%$). Figuren viser dekning både via fast aksess og dekning inkludert mobilt bredbånd (kalt totalt) for henholdsvis utgangen av desember 2008 og utgangen av desember 2009. Den delen av hver stolpe som viser intervallet <85 prosent viser da andelen kommuner i Norge som har <85 prosent dekning på det aktuelle tidspunktet. Det samme gjelder for de øvrige intervallene av dekningsgrader. Det er en økning av andelen kommuner som har tilnærmet lik 100 prosent totaldekning fra 2008 til 2009, som nevnt over. Vi ser at andelen med tilnærmet lik 100 prosent dekning ved fast aksess øker mest i denne perioden.

⁴ Jf. fotnote 3.



Figur 7: Estimert dekning på kommunalt nivå. Fast aksess og totalt $\geq 640/128\text{kbit/s}$.

I vedlegg 3 viser vi oversikt over dekning på kommunenivå for ulike kapasitetsklasser.

1.5 Vurdering av dekning i bedriftsmarkedet

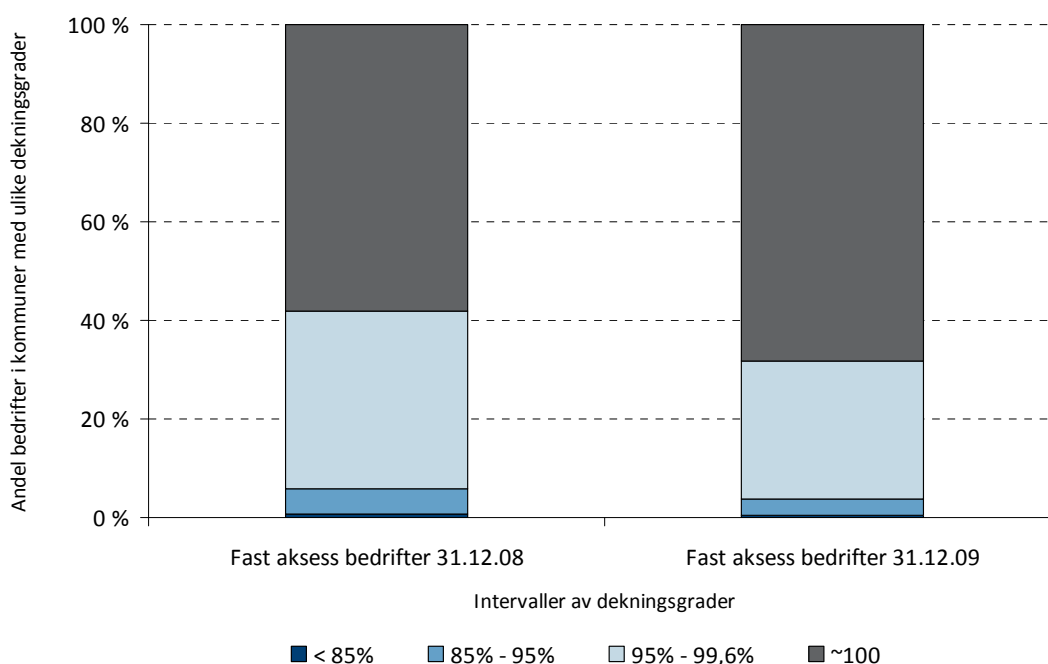
Drøftingene over er relatert til bredbåndsdekning i privatmarkedet. Vi gjør nedenfor en overordnet vurdering av bredbåndsdekning i bedriftsmarkedet med utgangspunkt i data for privatmarkedet.

1.5.1 Grunndekning $\geq 640/128\text{kbit/s}$

Vi legger til grunn den tradisjonelle bredbåndsdefinisjonen ($\geq 640/128\text{kbit/s}$). Først tar vi utgangspunkt i estimatene for bredbåndsdekning i privatmarkedet per kommune og antallet bedrifter i de ulike kommunene. Bedriftene er geografisk fordelt noe annerledes enn husholdningene. For om lag 70 prosent av kommunene er andelen bedrifter målt i prosent av det totale antallet bedrifter i Norge høyere enn kommunens tilsvarende andel av husholdninger.

For å finne et enkelt uttrykk for dekning i bedriftsmarkedet på landsbasis, legger vi i første omgang til grunn at bedriftene i de ulike kommunene har samme dekning som husholdningene i kommunen. Så vekter vi hvert av de kommunale dekningsestimaterne med kommunenes andel av samlet antall bedrifter i Norge. Dekning i kommuner med mange bedrifter teller da mer enn dekning i kommuner med få bedrifter. Når vi summerer dekning over alle kommunene får vi et uttrykk for dekning for bedriftene samlet sett. Basert på denne framgangsmåten finner vi at dekningen i bedriftsmarkedet ved utgangen av 2008 er om lag den samme som for husholdningene (98,9 prosent mot 99,0 prosent) for bredbånd via fast aksess. Liten forskjell skyldes at de aller fleste kommunene etter hvert har relativt høy dekning i denne kapasitetsklassen og at det derfor ikke framkommer store forskjeller ved at bedriftene er annerledes fordelt mellom kommunene enn husholdningene. Dersom vi også inkluderer mobilt bredbånd i vurderingene er dekningen i bedriftsmarkedet sett under ett nær opp til 100 prosent.

Selv om dekningen i bedriftsmarkedet samlet sett er nær 100 prosent, er det på samme måte som for husholdningene variasjoner i dekning mellom bedriftene avhengig av i hvilke kommuner de er lokalisert. I figur 8 har vi vist andelen bedrifter som er lokalisert i kommuner sortert i ulike intervaller av dekningsgrader i privatmarkedet. Figuren viser dekning ved *fast* aksess for kapasiteter over $\geq 640/128\text{kbit/s}$ for henholdsvis utgangen av 2008 og utgangen av 2009. Som vi ser var om lag 60 prosent av bedriftene lokalisert i kommuner med tilnærmet 100 prosent dekning, ytterligere om lag 30 til 35 prosent i kommuner med dekning mellom 95 prosent og 99,6 prosent ved utgangen av 2008. Som følge av at dekningen via fast aksess øker gjennom 2009 øker andelen bedrifter som har tilnærmet 100 prosent dekning ved utgangen av 2009.

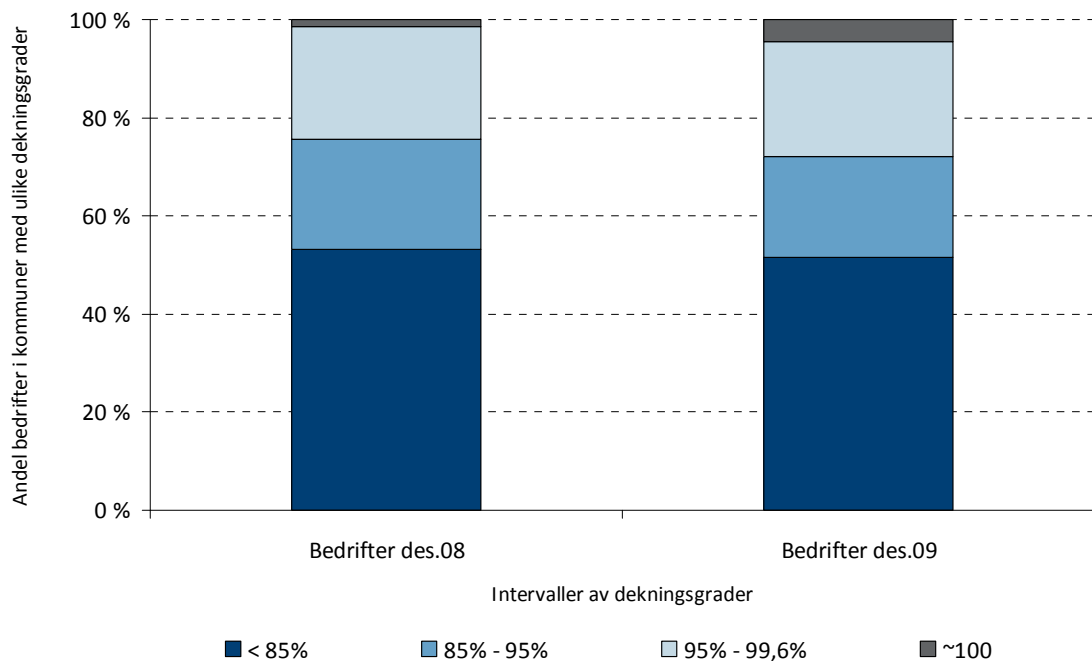


Figur 8: Estimert dekning for bedrifter. Fast aksess. $\geq 640/128\text{kbit/s}$. Andel bedrifter i kommuner sortert etter ulike dekningsgrader.

1.5.2 Dekning innenfor høyere kapasitetsklasser

I avsnittet over har vi vurdert dekning i bedriftsmarkedet i forhold til kapasiteter $\geq 640/128\text{kbit/s}$. Vi skal nå se på bredbånd definert som kapasiteter over $8/0,5\text{Mbit/s}$. Dekningen på nasjonalt nivå for bredbånd med kapasiteter $\geq 8/0,5\text{Mbit/s}$ er om lag 80 prosent i privatmarkedet samlet sett, jf. kapittel 1.4. Vi bruker samme framgangsmåte som over for å gjøre en samlet vurdering av dekning i bedriftsmarkedet for denne kapasitetsklassen. Hvert kommunale dekningsestimater ($\geq 8/0,5\text{Mbit/s}$) i privatmarkedet vektet med andelen bedrifter i den aktuelle kommunen. Summen av de vektete dekningsestimater gir et uttrykk for dekning samlet sett for bedriftsmarkedet for kapasiteter $\geq 8/0,5\text{Mbit/s}$. Beregningene viser at estimert dekning for bedriftene i Norge i kapasitetsklasse $\geq 8/0,5\text{Mbit/s}$ var om lag 81 prosent ved utgangen av 2008. Estimater for dekning stiger til i overkant av 82 prosent ved utgangen av 2009. Vi ser at disse estimatene er noe høyere enn tilsvarende estimater for privatmarkedet. Dette indikerer at det relativt sett er flere bedrifter enn husholdninger som er lokalisert i kommuner med høyere dekning i denne kapasitetsklassen.

På samme måte som for grunndekning ($\geq 640/128$ kbit/s) er det variasjoner i dekning mellom bedriftene for høyere kapasitetsklasser, avhengig av dekning i privatmarkedet i kommunene bedriftene er lokalisert i. I Figur 9 har vi vist andelen bedrifter som er lokalisert i kommuner sortert i ulike intervaller av dekningsgrader for kapasitetsklassen $\geq 8/0,5$ Mbit/s.



Figur 9: Estimert dekning for bedrifter. $\geq 8/0,5$ Mbit/s. Andel bedrifter i kommuner sortert etter ulike dekningsgrader.

Figuren viser at om lag halvparten av bedriftene var lokalisert i kommuner med lavere enn 85 prosent dekning i denne kapasitetsklassen i privatmarkedet ved utgangen av 2008. I overkant av 20 prosent av kommunene var lokalisert i kommuner med høyere enn 95 prosent dekning. Gjennom 2009 synker andelen bedrifter som er lokalisert i kommuner med dekning lavere enn 85 prosent.

1.5.3 Bedriftsmarkedet og aksessmetoder

Over har vi drøftet dekning i bedriftsmarkedet med utgangspunkt i estimert dekning i privatmarkedet. Etersom vi benytter anslagene for dekning i privatmarkedet betyr det at dekning via kabel-tv-nettet er inkludert. For bedriftene er kabel-tv sjeldent en aktuell aksess teknologi. I Norge er det ingen kabel-tv-operatører som satser mot bedriftsmarkedet. Dette trekker isolert sett i retning av at estimatene for bredbåndsdekning i bedriftsmarkedet i drøftingene over er overvurdert fordi vurderingene innbefatter dekning via kabel-tv-nettet.

På den andre siden er radio og fiber i større grad bygget for bedriftsmarkedet enn for husholdningene. Dekning via disse aksess teknologiene burde derfor veid tyngre enn de gjør i estimatene for privatmarkedet når vi vurderer bedriftsmarkedet. Isolert sett betyr dette at dekning via disse metodene og dermed dekningen i bedriftsmarkedet er undervurdert i drøftingene over. Effektene trekker i hver sin retning. Hvorvidt én av effektene er vesentlig større enn den andre er vanskelig å vurdere.

1.5.4 Bedriftsmarkedet – mer sammensatt enn husholdningene?

Behovene for og kravene til bredbåndskapasitet vil variere mer mellom bedrifter enn mellom husholdninger. Dette skyldes flere forhold:

- Størrelsen på bedriftene varierer mer enn størrelsen på husstandene. De minste bedriftene er på størrelse med eller mindre enn en gjennomsnittlig husstand. De største bedriftene er flere 100 ganger større enn en gjennomsnittlig husstand. Imidlertid har kun 10 prosent av bedriftene mer enn 10 ansatte. Under én prosent av bedriftene har over 100 ansatte.
- Videre vil omfanget av kapasitetskrevede aktiviteter variere mer mellom bedrifter enn mellom husstandene. Enkelte bedrifter har sannsynligvis behov for mindre kapasitet enn en avansert husstand, og om lag det samme som en gjennomsnittlig husstand. Andre bedrifter vil imidlertid ha høyere omfang av kapasitetsdrivende aktiviteter enn en avanserte husstand.
- For en bedrift kan betydningen av tilgangen til bredbånd være mer kritisk enn for en husstand. Mange bedrifter er mer avhengige av kontinuerlige bredbåndsforbindelser for å gjennomføre forretningsdriften, og driftsstans vil kunne påføre bedriftene kostnader blant annet i form av forsinkelser og uvirksom arbeidsstyrke. Konsekvensene av manglende eller dårlig forbindelse er dermed betydelig større for en rekke bedrifter enn den er for de enkelte husstandene.

Generelt høyere behov og krav til bredbåndsforbindelser, og et mer kritisk avhengighetsforhold mellom bedriften og bredbåndet betyr at mange bedrifter vil ha en høyere *betalingsvilje* for bredbånd enn det den enkelte husstand har. I tillegg vil bedriftene ofte ha en større *betalingsevne* for å oppnå den forbindelsen de trenger sammenlignet med en enkelt husstand. Dette betyr at bedrifter i større grad enn husholdninger kan påvirke bredbåndsoperatørens utbygging. Resonnementet er sannsynligvis mer gyldig for store bedrifter enn for små bedrifter. Dette trekker i retning av at bredbåndsdekning for større bedrifter, er høyere enn de anslagene som er gitt over basert på dekning i privatmarkedet. For mindre bedrifter er situasjonen trolig mer på linje med situasjonen for husstandene.

Del 2

Bredbåndsutvikling frem mot 2015

2 Utvikling i kapasitetsbehov

2.1 Innledning

Målet om bredbåndsdekning i hele landet er så godt som oppnådd, ref. del 1 av denne rapporten. Så å si alle husstandene i Norge vil ha tilgang til bredbånd med nedstrømskapasitet på minimum 640 kbit/s og oppstrømskapasitet på minimum 128 kbit/s, dvs. ”mulighet til å overføre levende bilde”⁵, innen utgangen av 2009.

Men kapasitetsbehovet er økende, noe som bl.a. skyldes økte forventninger og krav til kvaliteten på de ”levende bildene”⁶, og nye bredbåndstjenester som bl.a. innebærer nye anvendelser av opp- og nedlasting av videobasert innhold. Hvis man skal bruke en analogi til en annen infrastrukturektor, kan man si at status for bredbånds-Norge er at så å si alle husholdninger og bedrifter har mulighet for å få en ”digital vei” inn til huset sitt, men ”veikvaliteten” varierer veldig, og minimumskravene mht. kvalitet som er satt frem til nå tilsvarer en smal og humpete grusvei, hvor ikke nødvendigvis alle kjøretøy kommer frem. Dessuten er det for de aller fleste husholdninger og bedrifter større begrensninger mht. fremkommelighet ut fra boligen/bedriften enn inn til boligen/bedriften.

Mange ser på bredbåndsutbygging som vår tids store nasjonale infrastrukturprosjekt, slik utbyggingen av vei-, vann-, elektrisitets- og telefonnettene var det for tidligere generasjoner. Etter at tilnærmet alle har fått mulighet til å knytte seg til et bredbåndsnett i løpet av de siste årene, ser vi to hovedutfordringer for bredbåndsutviklingen i Norge de nærmeste årene;

- hvordan legge til rette for at flere tar i bruk og utnytter de mulighetene som en bredbåndstilknytning gir i et samfunn hvor informasjon blir stadig mer digitalisert?
- hvordan oppnå høyere kapasiteter i bredbåndsnettene som kan skape grunnlag for økt verdiskapning i næringslivet og nye arbeidsplasser, økt livskvalitet for den enkelte borger, samt sikre at det ikke oppstår digitale klasseskiller mellom by og land, unge og eldre, yrkesaktive og trygdede etc?

⁵ Ref. definisjon i tidligere bredbåndskartlegginger som Fornyings- og administrasjonsdepartementet har fått gjennomført

⁶ I denne rapporten benyttes begreper som videobasert bredbåndsinnhold, TV og film om hverandre og er synonymt med ”levende bilde”

I stortingsmeldingen om distrikts- og regionpolitikk av 17. april 2009⁷, er dette uttrykt på følgende måte:

”Det primære målet for regjeringa er at heile landet skal ha tilgang til breiband. No som det målet er så godt som nådd, vil regjeringa arbeide vidare med to hovudutfordringar:

- 1. at folk tek breibandet i bruk*
- 2. høgare kapasitet i nettet”*

Denne delen av rapporten inneholder vurderinger av utviklingen i kapasitetsbehov i bredbåndsnett frem mot 2015. Etter en kort beskrivelse av nåsituasjonen, drøfter vi trender og drivkrefter som antas å påvirke kapasitetsutviklingen de nærmeste årene. Det fokuseres primært på utviklingen av kapasitetsbehov i privatmarkedet, men drøftelsen inneholder også en gjennomgang av spesifikke forhold knyttet til bedrifter og offentlig sektor som vil kunne bidra til å øke kapasitetsbehovet i bredbåndsnettene frem mot 2015.

Selv om flere av trendene og drivkreftene som beskrives nedenfor er nokså tydelige, bidrar både markedsmessige, teknologiske og politiske/regulatoriske forhold til at det er vanskelig å trekke entydige konklusjoner i forhold til kapasitetsbehovet i 2015. På denne bakgrunn har vi etter en innledende drøftelse av trender og drivkrefter (kapittel 2.3) valgt å beskrive to mulige utviklingsbaner for kapasitetsbehovet frem mot 2015, som bl.a. reflekterer ulike politiske ambisjonsnivå (kapittel 2.4).

2.2 Dagens kapasitetsbehov

I en rapport som Teleplan utarbeidet for Post- og teletilsynet i mars 2009⁸ anslås gjennomsnittlig kapasitet på bredbåndsabonnementene blant norske husstander i dag til om lag 4 Mbit/s. I følge Statistisk sentralbyrå (SSB)⁹ lå den vanligste kapasiteten for private bredbåndsabonnement på mellom 2 og 4 Mbit/s nedstrøms i fjerde kvartal 2008. Den samme SSB-undersøkelsen viser at et gjennomsnittlig bredbåndsabonnement har en kapasitet på 5 Mbit/s. I sum indikerer disse undersøkelsene at gjennomsnittlig kapasitet og mest kjøpte abonnementstype er nokså sammenfallende. Ingen av undersøkelsene har fokus på oppstrømskapasitet.

Selv om både gjennomsnittlig kapasitet og mest kjøpte abonnementstype i privatmarkedet i dag ligger i størrelsesorden 3-5 Mbit/s, kan det ut fra ovennevnte undersøkelser ikke automatisk konkluderes med at kapasitetsbehovet i bredbåndsmarkedet i dag er 3-5 Mbit/s. For det første viser SSB-statistikken at det er store variasjoner med hensyn til tjenestekonsum og bruksmønster blant ulike brukergrupper. Tallene fra SSB indikerer at både alder, kjønn, inntekt og bosted har betydning for den enkelte bredbåndsbrukers kapasitetsbehov, og at stadig flere etterspør høyere kapasiteter enn 3-5 Mbit/s.

⁷ St.meld nr. 25 (2008-2009)

⁸ Teleplan/PT: Kapasitetskartlegging av bredbåndsdekning i privatmarkedet, 18. mars 2009

⁹ SSB: Internett-målinga, 4. kvartal 2008

Dessuten vil den enkeltes valg av bredbåndskapasitet i stor grad være påvirket av hvilke kapasiteter som er tilgjengelig i det aktuelle geografiske området. Det er store variasjoner i tilbudte bredbåndskapasiteter i dagens marked, bl.a. på grunn av svært ulik utbredelse av henholdsvis DSL-nett, kabel-TV/HFC-nett og fibernett. Kapasitetsutvidelser og tilbud om høyere kapasiteter stimulerer til økt og annerledes bruk av bredbåndnett, som igjen skaper økt kapasitetsbehov. Det er derfor grunn til å anta at gjennomsnittlig kapasitetsbehov eksempelvis er større hos fiberkunder enn hos DSL-kunder.

Det har frem til nå vært fokusert på nedstrømskapasiteter i markedsføringen av bredbåndstilbud, men som drøftelsen av endringer i brukeradferd nedenfor viser, er behovet for oppstrømskapasiteter økende. Ettersom de fleste tilbydere av fibernett tilbyr såkalte symmetriske kapasiteter (det vil si like opp- og nedstrøms kapasiteter), antas det at tjenestetilbudet vil utnytte den økte oppstrømskapasiteten. Behovet for høyere oppstrømskapasiteter vil dermed kunne øke i takt med økt fiberdekning.

Det kan stilles spørsmål ved om det i dag er store forskjeller i kapasitetsbehov mellom privatmarkedet, bedriftsmarkedet og offentlig sektor. Tall fra SSB, samt våre egne vurderinger, tilsier at det er større forskjeller innen, enn mellom, disse tre markedssegmentene. Eksempelvis er høykapasitets bredbåndnett i noen bedrifter en kritisk innsatsfaktor, mens bredbånd i andre bedrifter primært brukes til e-post og internetttilgang. Det er videre vanskelig å segmentere bedrifter basert på ulikt kapasitetsbehov ut fra kriterier som antall ansatte, omsetning, lokalisering, type virksomhet etc. Det er ikke nødvendigvis slik at en stor bedrift i byen alltid har større kapasitetsbehov enn en liten bedrift på landet. Eksempelvis vil en liten digital fotobutikk i distrikts-Norge kunne ha et mye større kapasitetsbehov enn en relativt stor bedrift i Oslo.

2.3 Trender og drivkrefter

Behovsutviklingen de nærmeste årene vil dels være etterspørselsdrevet og dels tilbuds-drevet. Vi har nedenfor skilt mellom trender og drivkrefter som er relatert til henholdsvis etterspørselssiden og tilbudssiden i bredbåndsmarkedet. Dessuten har vi identifisert områder hvor myndighetene vil kunne påvirke kapasitetsutviklingen, både som etterspørre, tilbyder, regulatorisk myndighet og premissgiver for bredbåndspolitikken i Norge.

Ikke alle nye bredbåndstjenester og ny brukeradferd på Internett vil øke kapasitetsbehovet i bredbåndnettene. I denne drøftelsen av trender og drivkrefter fokuseres det på den delen av utviklingen som antas å ha størst effekt på kapasitetsbehovet.

2.3.1 Brukeradferd og bruksmønster – etterspørselsdrevet utvikling

Overgangen fra "Web 1.0-adferd" til "Web 2.0-adferd" øker kapasitetsbehovet

Overgangen fra Web 1.0 til Web 2.0 brukes ofte som en betegnelse på utviklingen *fra* en brukeradferd som preges av individuelle informasjons- og underholdningssøk på websider og en-til-en-/en-til-mange-kommunikasjon via e-post *til* en brukeradferd hvor deling av informasjon og underholdning i interaktive, sosiale nettsamfunn, blogger og wikier med stor grad av brukerinvolvering og mange-til-mange-kommunikasjon (eks.

YouTube, Facebook, Twitter og flerbrukerspill) utgjør en sentral del av nettbruken. Dette er en av hovedtrendene knyttet til brukeradferd på Internett. Få år etter at de første sosiale nettsamfunnene ble opprettet, er i dag ca. 40 prosent av verdens Internett-brukere en del av et slikt nettsamfunn.¹⁰ Twitters besøkstall steg eksempelvis med hele 131 prosent fra februar til mars 2009.¹¹

Bloggene og nettsamfunnene, med mulighet for raske tilbakemeldinger og tilhørende diskusjoner, har tatt over mye av markedet for de personlige hjemmesidene som hadde sin storhetstid rundt årtusenskiftet. Weben blir i stadig større grad en sosial arena for deling og utveksling av informasjon, meninger og underholdning. Det er grunn til å tro at vi kun har sett starten på denne utviklingen.

Som en konsekvens av dette går stadig flere internett-brukere over fra å være rene "consumers" til å bli det som stadig oftere omtales som "prosumers", dvs. Internett-brukere som både konsumerer og produserer innhold på nettet. YouTube og lignende nettsted er eksempler på slik "prosuming", hvor mange både legger ut egenproduserte videosnutter og ser på videosnutter som andre har lagt ut. Veksten i brukergenerert innhold antas å øke ytterligere i årene fremover. Dagens ungdomsgenerasjon, den såkalte nettgenerasjonen eller "digital natives", og den delen av foreldregenerasjonen som er mest opptatt av ny teknologi, såkalte "tech parents", vil drive denne utviklingen. I hvilken grad den øvrige befolkningen vil ha den samme brukeradferden som "digital natives" og "tech parents" i 2015 er et mer åpent spørsmål.

En annen hovedtrend innen brukeradferd er at stadig mer av innholdet på Internett går fra å være tekst- og bildebasert til også å omfatte video- og multimedieinnhold. Igjen er YouTube et godt eksempel. Økt bruk av interaktive multimedietjenester og vekst i deling av brukergenerert videoinnhold øker kapasitetsbehovet både mht ned- og oppstrømskapasiteter.

Økt behov for oppstrømskapasitet gjør dessuten at aksessnettene ikke lenger kun kan sees på som "last mile", men også vil fungere som "first mile" for mange anvendelser. Eksempelvis forventes det en vesentlig vekst i salget av HD-videokamera de nærmeste årene. Når videosnutter fra disse kameraene skal sendes til en server for ekstern lagring eller deles med en venn eller et familiemedlem utenfor husstanden vil behovet for høyere oppstrømskapasitet øke betydelig.

En annen hovedtrend mht. brukeradferd er økt etterspørsel etter bredbåndstjenester som gir mulighet for individuell tilpasning. Dette gjelder særlig i forhold til konsum av tradisjonelt TV-innhold. "Video on demand" (VoD), "Program on demand" (PoD) og opptaksmuligheter i nettet (PVR) er tjenester som gjør at TV-titting i økende grad skjer når det passer den enkelte TV-seer best. Det er imidlertid vanskelig å forutsi om de fleste familiene i 2015 fortsatt er samlet i sofaen på fredagskveldene for å se "gullrekka" på NRK, eller om gjennomsnittsfamilien da heller velger å leie "fredagsfilmen" fra et rikholdig HD-filmutvalg via bredbåndsforbindelsen.

¹⁰ Kilde: NokiaSiemens/Pyramid Research: Social Networking goes mobile, 2008.

¹¹ Kilde: ComScore

Ønsket om økt fleksibilitet og det å ha mulighet til å være "always on, always in sync, always in touch" øker etterspørselen etter mobilt bredbånd

Etterspørselen etter mobilt bredbånd øker raskt. Ifølge Post- og teletilsynet¹² er mobilt bredbånd den ekomtjenesten som for tiden står for den største veksten i antall abonnement. Ved utgangen av første kvartal 2009 var det flere enn 300.000 brukere av mobilt bredbånd, og nesten seks av ti abonnement er solgt i privatmarkedet.

Fysisk lokasjon blir mindre viktig for produksjon, deling og konsum av kommunikasjon, informasjon og underholdning via Internett. Stadig flere ønsker en mulighet for nettilgang når man ikke er hjemme, på jobb eller på skolen. Dette innebærer ikke nødvendigvis at man vil være tilgjengelig hele tiden, men at man selv vil velge når man er tilgjengelig og når man vil oppdatere seg mht. innkomne e-post, vennenes aktiviteter, nyheter, værvarsel etc. Ønsket om tilgang til bredbåndstjenester når som helst og hvor som helst er en klar trend. Dette gjelder både i jobbsammenheng hvor begreper som "mobilt hjemmekontor" og "nomadiske arbeidstakere" blir stadig mer utbredt, men også i fritidssammenheng.

Hvor stor andel av befolkningen som har et mobilt bredbåndabonnement i 2015 vil bl.a. avhenge av tilbyderens prisstrategi. Det antas at prisen på mobilt bredbånd de nærmeste årene vil reflektere at tilbyderne må finne en "gylden middelvei" mellom flest mulig kunder og gode brukeropplevelser. Hensynet til gode brukeropplevelser tilsier at tilbyderne av mobilt bredbånd må bruke prisingen til å styre etterspørselen i forhold til nettutbyggingen, både hva dekning og kapasitet angår.

Det er foreløpig ikke mulig å fastslå med sikkerhet om mobilt bredbånd i 2015 i hovedsak vil være et komplementært produkt eller konkurrerende substitutt til fastnettbasert bredbånd. Tekniske forhold ved mobilnettene som vil kunne påvirke dette er nærmere drøftet i teknologikapitlet nedenfor. Sett i relasjon til behovsutviklingen, antas det at jo høyere nivået på det som anses som minimumskapasitet for fastnettbasert bredbånd er i 2015, jo større andel av brukerne av mobilt bredbånd vil se på dette som et komplementært produkt. Dersom imidlertid kapasiteten og brukeropplevelsene via mobilt bredbånd ikke er dårligere enn det som oppfattes som minimumskapasitet i fastnettbaserte bredbåndnett i 2015, er det grunn til å anta at mobilt bredbånd vil bli sett på som et konkurrerende substitutt i de kundesegmentene som ikke er storforbrukere av høykapasitetstjenester.

Endret brukeradferd knyttet til TV-/videounderholdning øker kapasitetsbehovet

Et nøkkelspørsmål i forhold til utviklingen av kapasitetsbehovet i bredbåndnett er om TV-underholdning i 2015 fortsatt i hovedsak distribueres i form av lineær kringkasting i tradisjonelle TV-nett. Dersom IPTV og "on demand"-underholdning (PoD og VoD) via bredbåndslinjen er den foretrukne måten å konsumere TV-/videounderholdning på blant store deler av befolkningen i 2015, har det vesentlig betydning for kapasitetsbehovet. Svaret på dette vil ikke bare avhenge av endringer i brukeradferd, men også være et resultat av hvor stor andel av befolkningen som innen 2015 har tilgang til fibernett eller oppgraderte HFC-nett.

Uavhengig av hvor raskt denne utviklingen går, er det en klar trend mot økt individualisering av TV-/videounderholdning. Dersom man ser bort fra TV-programmer

¹² Post- og teletilsynet: "Det norske ekomarkedet 2008", mai 2009

fra live-arrangement, antas det at stadig flere TV-seere vil velge bort de faste programoppsettene fra TV-distributørene når man får mulighet til å se favorittprogrammene og -filmene når man selv ønsker det og på den terminalen man har tilgjengelig til enhver tid. Utviklingen går i retning av at TV-seerne vil velge program og "on demand"-innhold tilpasset egne preferanser, og ikke kanaler og kanalpakker som er forhåndsbestemt av en TV-distributør.

En nært beslektet trend er ønsket om å se det prefererte TV-programmene når man selv ønsker det. Veksten i PVR-bruk er sterk voksende i den delen av befolkningen som har fått tilbud om dette, og denne trenden antas å forsterke seg i årene fremover. Dette vil øke kapasitetsbehovet.

Ulike typer videotjenester og -applikasjoner vil de nærmeste årene være en hoveddriver for utviklingen av kapasitetsbehov i bredbåndsnett. Allerede i 2007 utgjorde videotjenester mer enn 1/3 av den globale Internett-trafikken.¹³ YouTube alene står i dag for ca 10 prosent av samlet Internett-trafikk.¹⁴ Selv om det er usikkert hvor stor andel av den tradisjonelle TV-tittingen som vil skje via bredbåndsnett i form av IPTV i 2015, vil økt konsum av videotjenester og -applikasjoner på Internett, inklusiv web-TV, uansett øke kapasitetsbehovet i bredbåndsnett betydelig de nærmeste årene. Cisco anslår at videotrafikk allerede i 2010 vil passere peer-to-peer-trafikken i omfang.¹⁵ Dersom det skulle vise seg at store deler av den tradisjonelle TV-underholdningen flyttes over til bredbåndsnettene innen 2015, vil kapasitetsbehovet øke ytterligere.

Stadig flere TV-kanaler og TV-programmer vil bli distribuert i HD-format de nærmeste årene. En stor andel av norske husstander har allerede kjøpt "HD ready"-TV eller "Full HD"-TV. I takt med økt tilgjengelighet på HD-kanaler vil konsumet av TV-innhold i HD-oppløsning vokse frem mot 2015. Dersom tradisjonell TV-distribusjon i stor grad flyttes fra egne TV-nett til bredbåndsnett innen 2015 vil dette øke kapasitetsbehovet i betydelig grad.

Uavhengig av graden av TV-distribusjon i HD-format i bredbåndsnett i 2015, vil det også være en utvikling mot mer HD-kvalitet på TV-/videotjenestene som konsumeres på Internett via PC. Med økt salg av HD-videokamera, vil eksempelvis omfanget av videosnutter i HD-kvalitet på YouTube og lignende nettsteder øke. Veldig mye av bilde-/videoinnholdet som i dag er tilgjengelig på Internett har relativt dårlig oppløsning pga. kapasitetsbegrensninger i mange av de eksisterende bredbåndsnettene. Det antas at HD-utviklingen vil være en sentral driver for kapasitetsutviklingen frem mot 2015.

Videostrømmer, enten de overføres som TV-bilder eller er lagret på media som DVD eller Blu-Ray, er komprimerte. MPEG-2 har vært den mest utbredte komprimeringsstandarden, og har vært benyttet i enkelte digitale bakkenett, for IPTV og for DVD. MPEG-4 er en nyere standard som krever lavere kapasitet for samme videostrøm enn MPEG-2. MPEG-4 benyttes blant annet i det norske bakkenettet, i nyere IPTV-tjenester og for Blu-Ray. Varianter av MPEG-4 vil trolig dominere i perioden frem mot 2015. Selv om komprimeringsstandarder stadig utvikles, er potensialet for komprimering i stor grad tatt ut, og det er det lite trolig at utviklingen vil føre til et vesentlig redusert kapasitetsbehov for overføring av videostrømmer. Det er

¹³ Kilde: www.datacenterknowledge.com

¹⁴ Kilde: <http://www.nokiasiemensnetworks.com/>

¹⁵ Kilde: Ciscos rapport Visual Networking Index 2009

snarere slik at kapasitetsbehovet stadig øker på grunn av at kvalitet og innhold i videostreamer forbedres, og at utviklingen innen komprimeringsteknologi blir et lite bidrag i motsatt retning.

En annen trend er at filmleie flyttes fra videokiosker til VoD-bibliotek i bredbåndsnett. VoD-tjenester har vist seg å være populære i de kundesegmentene som så langt har fått mulighet til å tilknytte seg et fibernett eller oppgradert HFC-nett. Etter hvert som stadig flere husstander får denne muligheten, og de store filmselskapene legger ut enda flere og nyere filmer for VoD-leie via bredbåndsnett, antas det at VoD-leie vil overta store deler av markedet for videokiosker. Denne trenden vil bidra til økt behov for høyere kapasiteter i bredbåndsnettene.

Økt antall samtidige bredbåndsbrukere per husstand og per aksessnode/basestasjon i nettet øker kapasitetsbehovet

I tillegg til at den enkelte bredbåndsbruker vil etterspørre høyere kapasiteter i tiden frem mot 2015 som følge av endret brukeradferd, vil også økt antall samtidige bredbåndsbrukere per husstand, samt per aksessnode/basestasjon, være en viktig driver for utviklingen i kapasitetsbehovet i bredbåndsnettene de nærmeste årene. I bredbåndsnett hvor aksessene er basert på såkalte delte medium, ref. beskrivelse i teknologikapitlet nedenfor, vil kapasitetsbehovet i aksessnettene øke med antall samtidige brukere av høykapasitetstjenester som er tilknyttet samme aksessnode/basestasjon. I forhold til økt grad av samtidig bruk av høykapasitetstjenester innad i en husstand vil dette bidra til å øke kapasitetsbehovet i aksessnettene uavhengig av om nettet er basert på delt medium eller ikke.

Det antas at antall samtidige TV-/videostreamer per husstand og per nabolag vil øke i betydelig grad de nærmeste årene, dels på grunn av økt antall TVer, PCer og online spillkonsoller per husstand, og dels på grunn av at flere enn såkalte "early adopters" i familien/nabolaget vil ta i bruk kapasitetskrevende bredbåndstjenester og endre brukeradferd i tråd med trendene som er omtalt ovenfor.

I tillegg til den personbaserte bruken av bredbåndsnettene, vil utviklingen mot såkalte "smarthus" eller "digitale hjem" også øke det samtidige kapasitetsbehovet per husstand. Eksempler på smarthustjenester kan være videoovervåking av boligen og fjernstyring av strømforbruket. Noen av disse smarthustjenestene vil være videobaserte og dermed kapasitetsdrivende, men ikke alle slike tjenester vil nødvendigvis kreve noen økning i bredbåndskapasiteter i forhold til dagens tilbud.

2.3.2 Tjenestekonseppter og forretningsmodeller – tilbudsrevet utvikling

Konvergens og "bundling" av tjenester vil bidra til å øke kapasitetsbehovet

De siste årene har konvergens vært en klar trend i bredbåndsmarkedet. Tidligere atskilte nett og tjenester (tale, data, TV etc.) smelter sammen og muliggjør nye bredbåndstjenester og -applikasjoner. Denne trenden vil fortsette i årene fremover. Ikke alle nye tjenester som utvikles som følge av konvergens vil være kapasitetskrevende, men ettersom video i økende grad er en bestanddel i nye konvergenstjenester vil dette ha effekt på kapasitetsutviklingen.

En nær beslektet trend til konvergens er "bundling" av produkter. Ved å tilby flere produkter samlet via bredbåndslinjen øker kapasitetsbehovet i nettene. Fiberaktørene var først ute med såkalt "triple play"-tilbud, som inkluderer tilgang til Internett, telefoni og TV. I dag har også kabel-TV operatører og enkelte DSL-tilbydere slike tilbud. Utviklingen går videre fra "triple play" til "multi play", hvor blant annet alarmtjenester inkluderes i bredbåndstilbudet, og dette vil kunne øke kapasitetsbehovet i bredbåndsnettene ytterligere.

Som følge av økt omfang av "bundling" av produkter, er fastprising, dvs. fast pris uavhengig av bruk, vanlig i markedet for fast bredbånd. Dette er en trend som antas å fortsette i årene fremover, i alle fall innen fastnettbasert bredbånd. Det gir bredbåndsbrukerne mulighet til å konsumere mer kapasitetskrevenne tjenester uten at det koster noe ekstra. Dette vil kunne bidra til å øke kapasitetsbehovet fremover.

Nye forretningsmodeller og nye tjenester vil bidra til å øke kapasitetsbehovet

Rollene i verdikjedene i bredbåndsmarkedet endres og eksisterende forretningsmodeller utfordres. Et eksempel i så måte er YouTubes nylig inngåtte avtaler med Sony, CBS, BBC, Lions Gate, MGM og flere andre film- og TV-selskaper om distribusjon av gamle TV-serier og spillefilmer. Et annet eksempel er hvordan Apple via iPod har flyttet store deler av (den lovlige) distribusjonen av musikk fra platebutikker til Internett. Dersom en stadig større andel av distribusjonen av TV- og musikkinnhold flyttes til bredbåndnett, vil det påvirke kapasitetsbehovet i betydelig grad.

Tjenesteutviklingen på Internett vil dessuten utvikle seg i takt med kapasitetsutvidelsene i bredbåndsnettene. Det er grunn til å anta at dette vil medføre nye varianter av kapasitetskrevenne "on demand" TV-/videounderholdning og videosamtaler i ulike innpakninger (dvs. i nettsamfunn, blogger, jobbnettverk etc.) i årene frem mot 2015. Virtuelle 3D nytteapplikasjoner er et annet produktområde som antas å utvikle seg i takt med økt kapasitet i bredbåndsnettene. Eksempler på slike applikasjoner er Google Maps, Gigapan og Microsoft Photosynth.

Videre antas det at tjenesteutviklingen innen TV-underholdning i bredbåndnett vil gå i retning av stadig mer "skreddersøm", tilpasset individuelle behov og ønsker, i tråd med den utviklingen man har sett de siste årene gjennom tilbud som VoD, PoD og PVR.

Sikkerhetsaspektet vil dessuten være en viktig driver for tjenesteutviklingen de nærmeste årene. Stadig flere brukere vil av sikkerhetsmessige grunner ønske å ha kopier av bilder, ferievideoer etc. utenfor hjemmet, og nye konsepter knyttet til "sikker lagring" vil bli utviklet. Økt fokus på sikkerhet og digital sårbarhet vil være en drivkraft både for høyere oppstrøms- og nedstrømskapasiteter.

Frem til nå har internettbruk for de fleste vært ensbetydende med å gjøre ting på nettet som man tidligere gjorde på andre måter. Nettaviser, nettbank, søk etter informasjon og nedlasting av musikk er eksempler på slike tjenester. Det antas at det frem mot 2015 vil dukke opp nye internett-tjenester og -applikasjoner som gjør det mulig å gjøre helt nye ting på nettet. Hva som blir neste "killer application" er vanskelig å forutsi, men sannsynligheten for at den er videobasert, og dermed kapasitetskrevenne, er stor.

Konkurransen mellom ulike nettutbyggere vil bidra til å øke kapasitetsbehovet

Den sterke konkurransen i bredbåndsmarkedet vil også være en drivkraft for kapasitetsutviklingen de nærmeste årene. Det faktum at de største tilbydere av bredbånd baserer seg på ulike teknologier fører til at tilbudte kapasiteter blir en viktig konkurransefaktor. Resultatet av dette har frem til nå vært at mange bredbåndsbrukerne har fått stadig høyere kapasiteter mens abonnementsprisen har vært mer eller mindre uendret.

I tillegg til at forholdet mellom pris og kapasitet er en konkurransefaktor, bidrar den sterke konkurransen blant bredbåndstilbydere til økt innovasjonskonkurranse som gir seg utslag i lanseringer av nye tjenester. Noen av disse nye tjenestene vil være kapasitetsdrivende. I det siste har særlig konkurransen om TV-kundene ført til at bredbåndstilbydere har lansert flere nye kapasitetsdrivende tjenester. Eksempler på dette er VoD, PoD, PVR og HD-kanaler. Som tidligere påpekt vil dette først bli et viktig poeng med hensyn til fremtidig kapasitetsbehov i bredbåndnett dersom en ikke ubetydelig andel av bruken av slike nye tjenester skjer via bredbåndnett og ikke via tradisjonelle TV-nett. Utviklingen frem til nå har vist at det er fiber- og HFC-tilbydere, gjennom sine "triple play"-tilbud, som har ledet an i denne innovasjonskonkurransen.

2.3.3 Regulatoriske og politiske rammer – myndighetsdrevet utvikling

Takten i nettutbyggingen avhenger i vesentlig grad av regulatoriske og politiske rammebetingelser. For det første vil omfanget av den markedsbaserte utbyggingen av nye høykapasitetsnett påvirkes av om det innføres nye barrierer som hindrer effektiv bredbåndsutbygging. Aktører som bygger bredbåndsinfrastruktur har i det siste opplevd stadig flere og strengere krav fra kommuner og veimyndigheter med hensyn til legging av ny infrastruktur i offentlig grunn. Det stilles ofte strenge tekniske krav til etablering/flytting av grøfter for legging av fiber og rør, samt for oppsetting/flytting av stolper. Dessuten innføres det ofte høye leiekostnader når leietakeren er en bredbåndsutbygger. Dette kan føre til at investeringsmidler som skulle vært brukt til utbygging av høykapasitets bredbåndnett blir kanalisert til andre formål, eventuelt at bredbåndsutbyggingen tar lengre tid enn om disse barrierene ikke hadde vært der. Dette vil i neste omgang påvirke kapasitetsutviklingen i negativ retning. Dette kan motvirkes gjennom en enhetlig, nasjonal føringsvei-/trekkørpolitikk som reduserer utbyggingskostnad og dermed stimulerer til utbygging av høykapasitetsnett i hele landet.

Dessuten vil regulering av tilgang til nye bredbåndnett kunne påvirke investeringsincentiver og dermed takten i utbyggingen av høykapasitets bredbåndnett de nærmeste årene. Dette gjelder både dersom Post- og teletilsynets LLUB-regulering i løpet av perioden frem til 2015 utvides til også å omfatte andre bredbåndnett enn Telenors kobberbaserte nett, dersom forslag om såkalte åpne TV-nett blir vedtatt, samt dersom såkalte "lukkede" fibernett reguleres. Dersom myndighetene ønsker å stimulere til mest mulig kommersiell utbygging av høykapasitets bredbåndnett, vil det sannsynligvis virke mot sin hensikt å begrense eller styre konkurransen gjennom regulatoriske virkemidler som favoriserer visse forretningsmodeller og teknologier fremfor andre. På denne måten vil graden av tilgangregulering til ny bredbåndsinfrastruktur både kunne påvirke kapasitetsutviklingen i nettene de nærmeste årene og omfanget av den kommersielle dekingen i 2015. Det kan i denne

sammenheng nevnes at fiberutbyggingen i USA først skjøt fart da regulatoriske myndigheter fastslo at det ikke var aktuelt å pålegge tilgangsregulering på fiberaksesser.

Frekvensene i den såkalte digitale dividenden representerer et annen viktig regulatorisk problemstilling, hvor utfallet vil kunne ha stor betydning for kapasitetsutviklingen og dekingen av mobilt bredbånd i 2015. Dette er nærmere drøftet i kapittel 3 om teknologisk utvikling.

I tillegg kan offentlige myndigheter påvirke kapasitetsbehovet i bredbåndsnett frem mot 2015 i kraft av sin rolle som etterspørre og tilrettelegger for nye kapasitetskrevede bredbåndstjenester. Dette gjelder særlig innenfor skole- og helsevesenet, hvor videobasert e-læring og e-helse/telemedisin kan bli en viktig drivkraft for kapasitetsutviklingen i bredbåndsnett. Offentlig fokus på miljøgevinst av videokonferanser som erstatning for annen møtevirksomhet er et annet eksempel på myndighetsdrevet kapasitetsutvikling. Dette er nærmere drøftet i kapitlet "Drivkrefter for økt kapasitetsbehov innen offentlig sektor" nedenfor.

2.3.4 Drivkrefter for økt kapasitetsbehov i bedriftsmarkedet

Mange av trendene i privatmarkedet som er beskrevet ovenfor er også relevante for utviklingen av kapasitetsbehovet i næringslivet. I tillegg er det imidlertid noen ytterligere drivkrefter som vil kunne øke kapasitetsbehovet i bedriftsmarkedet frem mot 2015.

For det første fremstår oppetid på bredbåndslinjen som stadig mer virksomhetskritisk for mange bedrifter. Dette gjør at et økende antall bedrifter ønsker redundans, dvs. en alternativ bredbåndstilknytning dersom hovedtilknytningen går ned for en kortere eller lengre periode. Dette bidrar til å øke behovet for høykapasitets infrastruktur. Det samme gjør et økende behov i mange bedrifter for gode og sikre backup-løsninger.

Sikkerhetshensynet, i kombinasjon med ønsket om fleksibilitet og effektivitet, antas dessuten å bidra til økt etterspørsel etter nettbaserte applikasjoner i stadig flere bedrifter. Såkalt "cloud computing", som innebærer fleksibel og sikker aksess til sentraliserte ressurser, ser ut til å bli en viktig driver for kapasitetsutviklingen i bedriftsmarkedet frem mot 2015. Dette er nært beslektet med ASP-trenden (application service provision) som var mye omtalt for noen år siden. En av grunnene til at ASP ikke tok av i den grad mange hadde forventet, var begrensninger i kapasitet i bredbåndsnettene. Dette er et mindre problem nå, og "cloud computing" antas derfor å bidra til økt kapasitetsbehov i bedriftsmarkedet de nærmeste årene.

Økt omfang av videobasert e-handel og e-distribusjon er en annen trend som vil påvirke kapasitetsbehovet i næringslivet. Når kapasiteten på bredbåndsforbindelsen øker, antas det at en stadig større del av tjenstedistribusjonen innen ulike tjenesteytende næringer vil skje via bredbåndsnett i fremtiden.

Videokonferanser antas i økende grad å erstatte fysiske møter. I hvilket omfang dette har skjedd innen 2015 vil bl.a. avhenge av utviklingen i brukervennlighet og pris på utstyr og tjenester. Ettersom videokonferanser ofte både er tids- og kostnadsbesparende, og i tillegg er mer miljøvennlig enn møtevirksomhet som inkluderer bruk av bil eller fly, antas det uansett at bruken av videokonferanser i næringslivet vil øke de nærmeste årene. Dette vil påvirke kapasitetsbehovet, både oppstrøms og nedstrøms.

2.3.5 Drivkrefter for økt kapasitetsbehov i offentlig sektor

Behovet for økt bredbåndskapasitet innen offentlig sektor kan bli en viktig drivkraft for kapasitetsutviklingen de nærmeste årene. Dette avhenger imidlertid av hvilket ambisjonsnivå offentlige myndigheter legger opp til med hensyn til å utnytte nye muligheter som høykapasitets bredbåndnett kan gi innenfor områder som offentlig forvaltning, undervisningssektoren og helsevesenet.

Effektivisering av offentlig forvaltning i form av overgang fra papirbasert til elektronisk kommunikasjon med borgere og bedrifter gjennom tjenester som minsider.no og altinn.no vil ikke nødvendigvis påvirke kapasitetsbehovet i bredbåndnettene i særlig grad ettersom dette stort sett er kommunikasjon i form av tekst, og i liten grad videobasert innhold. Heller ikke økt grad av elektronisk kommunikasjonen mellom ulike offentlige institusjoner og etater vil nødvendigvis øke kapasitetsbehovet dersom det i hovedsak er snakk om utveksling av tekstbasert informasjon. Kapasitetsbehovet hos offentlige institusjoner og etater vil imidlertid kunne øke betydelig dersom miljø- og effektiviseringsgevinster knyttet til en overgang fra møtevirksomhet som inkluderer bruk av bil og fly til økt bruk av videokonferanser og andre former for digital samhandling blir et prioritert satsningsområde innen offentlig sektor. I en situasjon hvor nye elektroniske kommunikasjonsverktøy tas i bruk i stor skala, og ulike former for videokonferanser/videobasert samhandling blir en naturlig del av offentlige etaters arbeidsform, vil kapasitetsbehovet innen offentlig sektor kunne øke betydelig frem mot 2015.

Dersom myndighetene ønsker å legge til rette for såkalte ”grønne datasentre”, vil det påvirke kapasitetsbehovet. Formålet med ”grønne datasentre” er å samle og samkjøre tidligere desentrale servere for å redusere strømforbruk og andre negative miljøeffekter. Samlingen forutsetter at det finnes linjer med høy kapasitet mellom datasenteret og brukerne.

Et annet område hvor myndighetene kan spille en vesentlig rolle for kapasitetsutviklingen i bredbåndnett er innen helse- og omsorgssektoren. Høykapasitets bredbåndnett vil kunne bli en svært viktig innsatsfaktor for utvikling av nye og mer effektive helsetjenester de nærmeste årene dersom det legges opp til en prioritert satsning på telemedisin/e-helse hvor overføring av levende bilder inngår som en sentral del av helsetjenestene som tilbys over nettet. Kapasitetsbehovet vil øke betydelig både hos offentlige helseinstitusjoner og hjemme hos brukerne/pasientene dersom dagens helsenett videreutvikles til å omfatte videobasert fjernkonsultasjoner, videobasert fjerndiagnostisering, videobasert fjernbehandling og videobasert fjernovervåking av pasienter som bor et stykke unna nærmeste relevante helseinstitusjon. En slik utvikling betinger imidlertid at norske helsemyndigheter ser det som viktig å utnytte de mulighetene som høykapasitets bredbåndnett gir i forhold til effektivisering og innovasjon innen helse- og omsorgssektoren, samt å gi et like godt helsetilbud til hele befolkningen uavhengig av bosted og nærhet til de største helseinstitusjonene.

Noen land har allerede kommet nokså langt på dette området. I Japan, som er en av de ledende nasjonene innen telemedisin, utvikles det eksempelvis stadig nye bredbåndapplikasjoner innen digital patologi. Dette gjøres for å sikre at alle innbyggerne i landet skal ha tilgang til høykvalitets helsetjenester selv om de bor utenfor de mest tettbeboede områdene. Et annet eksempel er Sør-Korea, hvor en god del av helsetjenestene nå utføres hjemme hos pasientene via høykapasitets bredbåndslinjer.

Også innen utdanningssektoren kan myndighetene være en sentral drivkraft for kapasitetsutviklingen i bredbåndsnett frem mot 2015. Det betinger et tydelig politisk fokus på utvikling av nye digitale læringsarenaer, samt at det gis nødvendige insentiver både til tjeneste- og applikasjonsutviklere og brukerne (både lærere og elever) til å henholdsvis utvikle og ta i bruk nye videobaserte bredbåndstjenester i undervisningssammenheng. Dersom dette skjer, vil kapasitetsbehovet både på skolene og hjemme hos elever og lærere kunne øke betydelig de nærmeste årene. Digital kompetanse ble for noen år siden definert som en grunnleggende ferdighet i den norske skolen, på lik linje med skriving, lesing og regning. Økt kapasitet i bredbåndsnettene vil muliggjøre helt nye former for digital læring og effektiv samhandling, både på skolen og mellom elever og lærere etter skoletid.

I forhold til undervisningssektoren vil etterspørselen etter videobasert distanseundervisning også kunne øke kapasitetsbehovet i bredbåndsnett frem mot 2015. Eksempelvis har flere velrenommerte utenlandske utdanningsinstitusjoner i det siste begynt å legge stadig mer av undervisningen sin gratis ut på nettet. Apples iTunes U inneholder gratis videoklipp fra 170 skoler. Siden lanseringen for 5-6 måneder siden har mer enn en million brukere vært inne på nettsiden www.academicearth.org. Et annet eksempel er YouTube, som i mars i år lanserte YouTube Edu, med flere tusen videoklipp fra mer enn 100 universiteter og skoler.¹⁶ Foreløpig er dette undervisningstjenester hvor videostrømmene i hovedsak kun går en vei (nedstrøms til brukerne), men det antas at graden av interaktivitet i slik distanseundervisning vil øke de nærmeste årene. Dette vil kunne øke kapasitetsbehovet, både opp- og nedstrøms, hos den delen av befolkningen som etterspør slike undervisningstjenester, samt hos utdanningsinstitusjonene.

2.4 Kapasitetsbehovet i 2015

Drøftelsen av trender og drivkrefter ovenfor gir ikke noe entydig svar på hva kapasitetsbehovet i bredbåndsmarkedet vil være i 2015, men angir en nokså klar retning både med hensyn til hvordan etterspørselssiden og tilbudssiden i markedet vil påvirke kapasitetsutviklingen de nærmeste årene.

Samtidig viser drøftelsen at kapasitetsutviklingen også vil påvirkes av hvilke mål som settes for norsk bredbåndspolitik, hvor viktig norske myndigheter anser utbygging av høykapasitets bredbåndsnett å være, samt hvilke politiske og regulatoriske virkemidler myndighetene velger å benytte seg av for å påvirke farten i nettutbyggingen. Nivået for hva som anses å være minimumskapasitet i bredbåndsnett i 2015 vil i betydelig grad avhenge av hvilket ambisjonsnivå norske myndigheter velger å legge til grunn for bredbåndspolitikken frem mot 2015. På samme måte som Soria Moria-målet fra 2005 om bredbåndsdekning i hele landet har vært viktig for å oppnå tilnærmet full dekning med minimum 640 kbit/s nedstrømskapasitet innen 2009, vil eventuelt nye mål for kapasitetsutviklingen i bredbåndsnettene påvirke utviklingen av kapasitet i bredbåndsnettene frem mot 2015.

Norske myndigheter kan velge å ligge i forkant og fremme utviklingen av kapasitetskrevede tjenester og utbyggingen av høykapasitetsnett i hele landet, eller det kan overlates til markedet alene å styre denne utviklingen. Erfaringer fra andre land har vist at de landene med de mest ambisiøse politiske målsettingene og visjonene har

¹⁶ Kilde: Dagens Næringsliv, 16. mai 2009

kommet lengst i bredbåndsutviklingen, både kapasitetsmessig og bruksmessig. Sør-Korea, Japan og Singapore er eksempler på slike land.

Mange land har i det siste satt seg ambisiøse mål for bredbåndsutbyggingen de nærmeste årene. Den finske regjeringen har vedtatt at alle innbyggere i Finland skal ha tilgang til høykapasitetsbredbånd (maksimalt 2 km fra alle husstander) på minst 100 Mbit/s innen utgangen av 2015, mens det i Stockholm er fastsatt et mål om at 90 prosent av husstandene skal ha tilgang til fiber innen 2012. Myndighetene i Australia har satt som mål at 90 prosent av befolkningen skal kunne få 100 Mbit/s innen 8 år, basert på FTTP (fibre to the premises). I Hellas er 100 Mbit/s til alle innen 7 år satt som et mål, mens regionen Catalonia i Spania har bestemt at det skal bevilges midler til offentlig finansiering av fiberutbygging til alle offentlige kontorer. Noen av de asiatiske landene har de mest ambisiøse målene: I Sør-Korea er det lansert en plan om 1 000 Mbit/s til hele befolkningen innen 2013. Kina har definert 100 Mbit/s til alle som et mål, mens Singapore styrer mot 100 prosent fiberdekning i 2015.

Selv om målsettingene i disse ulike landene ikke er direkte sammenlignbare, er det grunn til å anta at kapasitetsbehovet vil utvikle seg raskere i de landene som har satt seg ambisiøse mål for utbygging av høykapasitetsnett enn i land uten tilsvarende målsettinger.

For å illustrere hvordan ulike politiske ambisjonsnivå vil kunne påvirke kapasitetsutviklingen i bredbåndnett, har vi nedenfor beskrevet to mulige utviklingsbaner frem mot 2015. Vi vil understreke at det ikke er ulike politiske målsettinger alene som gjør at kapasitetsbehovet i de to utviklingsbanene varierer, men ettersom myndighetene kan påvirke utviklingen både som etterspørre, tilbyder, regulatorisk myndighet og premissgiver for bredbåndspolitikken, anses det formålstjenlig å knytte de to utviklingsbanene opp mot ulike politiske ambisjonsnivå.

Den første utviklingsbanen (UB 1) har vi kalt "*Godt nok?*". I denne utviklingsbanen bidrar både teknologiske, markedsmessige og politiske/regulatoriske forhold til at det kun er snakk om en relativt moderat økning i kapasitetsbehovet fra 2009 til 2015.

Den andre utviklingsbanen (UB 2) har fått betegnelsen "*En ledende bredbåndsnasjon*". Her beskrives en utvikling frem mot 2015 med en vesentlig større endring i kapasitetsbehovet. I UB2 øker bruken av kapasitetskrevede tjenester betydelig de nærmeste årene, bl.a. på grunn av at myndighetene spiller en aktiv rolle i utviklingen høykapasitetstjenester innen e-læring og e-helse, samt har et tydelig fokus på bekjempelse av digitale klaseskiller og miljøgevinster knyttet til bruk av høykapasitets bredbåndnett. I tillegg øker kapasitetsbehovet både i privat- og bedriftsmarkedet. Denne økningen skyldes både økt konsum av kapasitet per bruker, samt at antall samtidige brukere av høykapasitetstjenester per husstand/bedrift og per geografisk område øker.

2.4.1 Utviklingsbane 1: "Godt nok?"

Kapasitetsbehovet i 2015

En nedstrømskapasitet på 8 Mbit/s og en oppstrømskapasitet på 1 Mbit/s anses som en nedre grense for hva som kan aksepteres av bredbåndskapasitet i UB1 i 2015. Mange husholdninger, bedrifter og offentlige etater har betydelig høyere kapasiteter på sine bredbåndforbindelser, men disse Mbit/s-nivåene er sammenlignbare med 640 kbit/s

nedstrøms og 128 kbit/s oppstrøms som de siste årene har blitt lagt til grunn som minimumskapasiteter i dekningsanalysene som Fornyings- og administrasjonsdepartementet har gjennomført.

Minimums nedstrømskapasitet på 8 Mbit/s er i denne utviklingsbanen et mål på brukeropplevd kapasitet, gitt bruksmønsteret i UB1, som er nærmere beskrevet nedenfor. Dette innebærer sporadisk bruk av kapasitet for den enkelte bruker, samt at nettet i hovedsak benyttes til websurfing, e-post og lignende, og i liten grad til kapasitetskrevede tjenester som overføring av video, filoverføring etc.

Hva skjedde fra 2009 til 2015?

- Det ble ikke definert et entydig mål for kapasitetsutviklingen i bredbåndsnett etter valget i 2009.
- Fremtiden ble ”satt på vent” i 2010-2012. Finanskrisen påvirket farten i utbyggingen av fibernett, og denne effekten ble ikke balansert av virkemidler fra myndighetenes side for å øke farten på fiberutbyggingen. Tvert imot, bidro trussel om regulering av fiberaksessnett, samt krav fra veimyndigheter og kommuner som ikke ga insentiver for ytterligere bredbåndsutbygging, til å begrense fiberinvesteringene.
- Kapasitetsbehovet styres primært av underholdningstjenester i privatmarkedet. Liten fokus på høykapasitets, symmetrisk bredbånd i offentlig sektor:
 - Ingen prioritert satsning på e-helse og e-læring som inkluderer videobaserte tjenester. Pilotprosjekter oppleves å ha begrenset nytteverdi, bl.a. pga. høy brukerterskel og liten fokus på digital kompetanseheving blant helsepersonell og lærere.
 - Tvil om miljøeffekter av høykapasitets bredbånd blant politiske beslutningstakere, samt manglende insentiver for å ta i bruk videobasert samhandling i offentlig sektor.
- TV konsumeres fortsatt i hovedsak i form av kringkasting via tradisjonelle TV-nett som kabel-TV nett, satellitt og digitalt bakkenett. De fleste store fjernsynskanalerne begynte å sende i HD-format en gang mellom 2010 og 2012, men så lenge TV-konsumet fortsatt er lineært i de fleste norske hjem, og etterspørselen etter ”on demand” TV-underholdning primært først oppstår etter at man får tilbud om det (tilbudsstyrt etterspørsel), har TV-konsumet i begrenset grad påvirket kapasitetsbehovet i bredbåndsnett fra 2009 til 2015. De som har mulighet til å tilknytte seg et fibernett benytter seg imidlertid så å si uten unntak av IPTV, og det er store variasjoner i VoD- og PoD-forbruket mellom husholdninger med og uten fiber- og oppgraderte kabel-TV nett.
- Økt bruk av videobaserte tjenester på Internett, men ingen særlig kvalitetsøkning på videosnuttene de siste årene. Begrenset omfang av internettvideoer i HD-kvalitet
- Fortsatt mest utveksling av tekst og bilder på nettsamfunnene – lite film/video på Twitter- og Facebook-lignende tjenester
- Begrenset etterspørsel etter høy oppstrømskapasitet i de kundesegmentene som ikke har fiberbasert bredbåndsaksess.

- Stor variasjon i kapasitetsbehovet mellom ulike kundesegmenter og store geografiske forskjeller, både i privatmarkedet og i bedriftsmarkedet. I hovedsak tilbudsstyrt etterspørsel etter bredbåndskapasitet.
 - Digitale klasseskiller mellom de som har tilbud om høykapasitets bredbåndnett og de som ikke har det.
- Mobilt bredbånd anses i hovedsak som et komplementært produkt til fastnettbasert bredbåndsaksess, men mobilt bredbånd dekker likevel primærbehovet for bredbåndsaksess for noen brukere:
 - De som vil være fleksible mht. bosted, og som av den grunn ikke ønsker lange oppsigelses- eller bindingstider.
 - De som har lange/dårlige kobberlinjer, som ikke gir mulighet for et DSL-produkt med 8 Mbit/s nedstrømskapasitet.

2.4.2 Utviklingsbane 2: ”En ledende bredbåndsnasjon”

Kapasitetsbehovet i 2015

En nedstrømskapasitet på 50 Mbit/s og en oppstrømskapasitet på 10 Mbit/s anses som en nedre grense for hva som kan aksepteres av bredbåndskapasitet i UB2 i 2015. Mange husholdninger, bedrifter og offentlige institusjoner har imidlertid høyere kapasiteter på sine bredbåndsforbindelser, og mange etterspør symmetriske kapasiteter.

Disse Mbit/s-nivåene representerer normal brukeropplevd kapasitet gitt et bruksmønster i UB2 med høyt samtidig konsum av kapasitetskrevenende tjenester. Nettet kan i denne utviklingsbanen typisk brukes til overføring av flere samtidige videostreamer til og fra enkeltkunder, samtidig som andre brukere i husstandene benytter andre båndbreddekrevende tjenester som filoverføring og lignende.

Hva skjedde fra 2009 til 2015?

- Politisk bredbåndsvisjon ble vedtatt etter valget i 2009 om at alle offentlige etater og institusjoner skulle ha fiberbredbånd innen 2013. Dette førte til at fibernettenes utbredelse også økte betydelig i privat- og bedriftsmarkedet
 - det ble kommersielt mer attraktivt å bygge fibernet i boligområder og til bedrifter i nærheten av offentlige etater og institusjoner i distriktene
 - det offentliges bruk av båndbreddekrevende, videobaserte tjenester, særlig innen helse- og skolevesenet, økte etterspørselen etter fiberbasert bredbånd også i privatmarkedet
- Stor politisk fokus på bekjempelse av digitale klasseskiller (”høykapasitetsbredbånd mot fraflytting”) og miljøgevinster av videokonferanser
- Effektivisering av helsevesen og eldreomsorg gjennom prioritert satsning på videobasert e-helse/telemedisin
- Nye digitale, videobaserte læringsarenaer på alle nivåer i utdanningssektoren har blitt utviklet ut fra en målsetting om at dette er viktig for å videreutvikle Norge som en kunnskapsnasjon
- Forbruker- og konkurranselovgivning, samt føringsvei-/trekkørregulering, har vært ansett som viktigere enn tilgangsregulering i bredbåndsmarkedet de siste årene. Ingen pålegg om åpne nett eller ”unbundling” av fiber- eller HFC-nett.

- Ca 70 prosent av husholdningene i Norge kan tilknytte seg et oppgradert HFC-nett eller et fiberaksessnett. Det innebærer at en like stor andel av befolkningen som i 2009 hadde en eller annen form for bredbåndsabonnement har tilgang til minimum 50 Mbit/s nedstrømskapasitet i 2015. Den store andelen av fiber- og HFC-nett har resultert i betydelige endringer i brukeradferden og bruksmønsteret i store deler av befolkningen siden 2009. Dette har ført til økt samtidig bruk av kapasitetskrevenne tjenester både per husstand/bedrift og per geografisk område.
- De fleste store TV-kanalene startet med HD-sendinger en gang mellom 2010 og 2012, og det er stor etterspørsel etter ”on demand” underholdningstjenester (VoD og PoD) i HD-kvalitet som konsumeres via bredbåndslinjen for de som har fibernet eller oppgraderte HFC-nett.
- Ettersom mer enn ca 1/3 av landets husstander har tilgang til fiberbasert bredbånd i 2015 i UB2, har etterspørselen etter høye oppstrømskapasiteter økt vesentlig fra 2009 til 2015. Oppstrømskapasiteten brukes primært til:
 - Sikker lagring
 - Deling av videoer/bilder
 - Videobasert interaktiv e-læring
 - Videobasert interaktiv e-helse
 - Videokonferanser i ulike varianter for både bedrifter og husholdninger
- Fleksibel bredbåndstilgang i form av full mobilitet via mobilt bredbånd er en selvfølge for de aller fleste i 2015. Selv om brukergrensesnittene og brukeropplevelsen er annerledes for båndbreddekrevenne tjenester når man er på farten (særlig videobasert innhold), har man stort sett tilgang til de samme tjenestene som via fiber- og HFC-nett. Ettersom både opp- og nedstrøms videokonsum er en sentral del av bredbåndsbruken i UB2, anses imidlertid mobilt bredbånd ikke som et fullverdig substitutt til fiber- og oppgraderte HFC-nett for alle stasjonære anvendelser. Dette gjelder i de fleste segmenter både i privatmarkedet, bedriftsmarkedet og innen offentlig sektor.

3 Teknologisk utvikling

Formålet med dette kapitlet er å beskrive og vurdere status og utvikling for ulike bredbåndsteknologier, herunder drøfte de ulike teknologienes kapasiteter, skalerbarhet og begrensninger. Kapitlet avsluttes med en vurdering av de forskjellige teknologienes kommersielle utvikling mot 2015.

3.1 Generelt om aksessteknologier

Informasjonsoverføring over bredbåndnett skjer i siste ledd over et overføringsmedium mellom en kundeplassert enhet og bredbåndoperatørens nærmeste node.

Den kundeplasserte enheten og operatørnoden inneholder begge både sendere og mottakere. Mellom disse sendes informasjon over et overføringsmedium som varierer for forskjellige teknologier. For alle trådløse teknologier sendes radiobølger gjennom luften, mens trådbundne teknologier sendes over kobber-, koaks- eller fiberoptiske kabler.

3.1.1 Skalerbarhet og begrensninger

Tilgjengelig frekvensspektrum

Felles for alle overføringsmedier er at det eksisterer fysiske begrensninger i form av frekvensspektrum som kan utnyttes til informasjonsoverføring. Størrelsen på frekvensspektrumet, båndbredden, er avgjørende for informasjonsmengden som kan overføres i et gitt tidsrom, altså kapasiteten.

Nodeelektronikk og protokoller

For hver teknologi spesifiserer standarder og protokoller på hvilken måte informasjon skal kodes og overføres over overføringsmediet på de tilgjengelige frekvenser. Disse protokollene er utgangspunktet for design og produksjon av nettverksutstyret som er utplassert hos kunder og i operatørens noder.

For de ulike aksessteknologiene utnytter nettverkselektronikken i endene av overføringsmediet det fysiske tilgjengelige frekvensspektrumet i varierende grad. Mulig utnyttelsesgrad og oppnåelig kapasitet påvirkes blant annet av forhold som avstand mellom sender og mottaker og støy på overføringsmediet.

Kapasitet i operatørens transportnett

I operatørens aksessnoder samles bredbåndstrafikk fra flere kunder, og sendes videre inn i operatørens nett. Kapasiteten for videresending av trafikk inn i dette transportnettet kan være lavere enn den samlede kapasitet på alle kundelinjene som samles i noden.

Enkelte teknologier er bygd ut med fiberbaserte transportnett-tilknytninger, som gir høy og skalerbar transportkapasitet. Andre, tidligere utbygde teknologier kan ha betydelige begrensninger inn i operatørens nett på grunn av gamle transportnett-tilknytninger som er basert på kobberlinjer eller radiooverføring.

Arkitektur

Det er vanlig å skille mellom to kategorier av nettverksarkitekturer: Delte medium og punkt-til-punkt.

Et delt medium deles av flere kunder som kommuniserer med en og samme node i bredbåndsoperatørens nett, slik at mediets begrensede kapasitet kontinuerlig deles på samtidige brukere. En slik del av nettet hvor flere kunder deler på samme kapasitet mot en operatørnode vil heretter kalles et nettsegment.

Et punkt-til-punkt-medium er en dedikert linje fra kunde til bredbåndsoperatørens node, og hver kunde har dermed hele mediets kapasitet til rådighet.

Lik kapasitet i begge retninger, både nedstrøms og oppstrøms, betegnes som symmetrisk kapasitet. Enkelte teknologier muliggjør fullt symmetriske kapasiteter, mens andre teknologier er sterkt asymmetriske, med vesentlig høyere nedstrøms enn oppstrøms kapasitet.

Tilgjengelig kapasitet

De ovennevnte faktorer medfører i ulik grad begrensninger i overføringskapasitet for de forskjellige teknologiene.

Kapasiteten på aksesslinjen kan oppleves forskjellig på forskjellige arkitekturer. I en punkt-til-punkt-arkitektur vil denne kapasiteten ikke være påvirket av andre samtidige brukere, siden hver bruker har en dedikert aksesslinje.

I arkitekturer med delt medium vil hver enkelt brukers opplevde kapasitet påvirkes av andre brukere, i og med at kapasiteten i nettsegmentet er delt.

Det må derfor skilles mellom tre kapasitetsbegreper:

Gjennomsnittlig kapasitet per bruker ved full kapasitetsutnyttelse

Dette er den totale kapasiteten i et nettsegment fordelt likt på den samlede kundemassen i nettsegmentet. Dette er en relevant størrelse for å sammenligne ulike teknologiers kapasiteter i situasjoner med mange samtidige aktive brukere. Størrelsen betegnes heretter som "Kapasitet per kunde".

Maksimalt oppnåelig kapasitet

Maksimal kapasitet er den kapasiteten en kunde teoretisk kunne hatt tilgjengelig dersom få eller ingen andre kunder samtidig brukte av kapasiteten på nettsegmentet. Denne størrelsen er relevant for å sammenligne den momentane kapasiteten i et nett i situasjoner hvor bredbåndsnettet blir brukt sporadisk og tilfeldig av kundene.

Begge målene beskriver utelukkende kapasiteten i aksessleddet, altså mellom sluttkunde og operatørens aksessnode. Dimensjoneringen av operatørens transportnett vil også kunne være en begrensning, men den er som regel mer skalerbar og også uavhengig av valgt teknologi og vektlegges derfor ikke i vurderingen av hver enkelt teknologi.

Opplevd kapasitet

De to ovennevnte kapasitetsbegrepene kan betraktes som ytterpunkter i et intervall for den faktiske kapasiteten en bruker vil oppleve. Gitt et bruksmønster tilsvarende UB2 vil opplevd kapasitet ligge lavt i dette intervallet, mens det i et bruksmønster beskrevet i UB1 og på lite travle tidspunkter vil ligge i øvre del av intervallet.

3.2 Faste aksessteknologier

3.2.1 Fiberoptiske aksessnett (FTTH)

Fiberoptisk kommunikasjon er en metode for å overføre informasjon gjennom å sende lyspulser gjennom optiske fiberkabler. Lyspulsene genereres av lasere eller LED-dioder i senderne.

FTTH står for "fiber to the home", og er et generisk uttrykk for nettverksarkitekturer som bruker optisk fiber som aksessmedium helt inn i kundens hjem/lokaler. I enkelte installasjoner, spesielt i bygninger med flere boenheter, kan man velge å bruke et annet overføringsmedium de aller siste metrene inn i hver husstand uten at dette får konsekvenser for praktisk oppnåelig kapasitet. Dette marginale skillet legges ikke vekt på i resten av rapporten.

Skalerbarhet og begrensninger

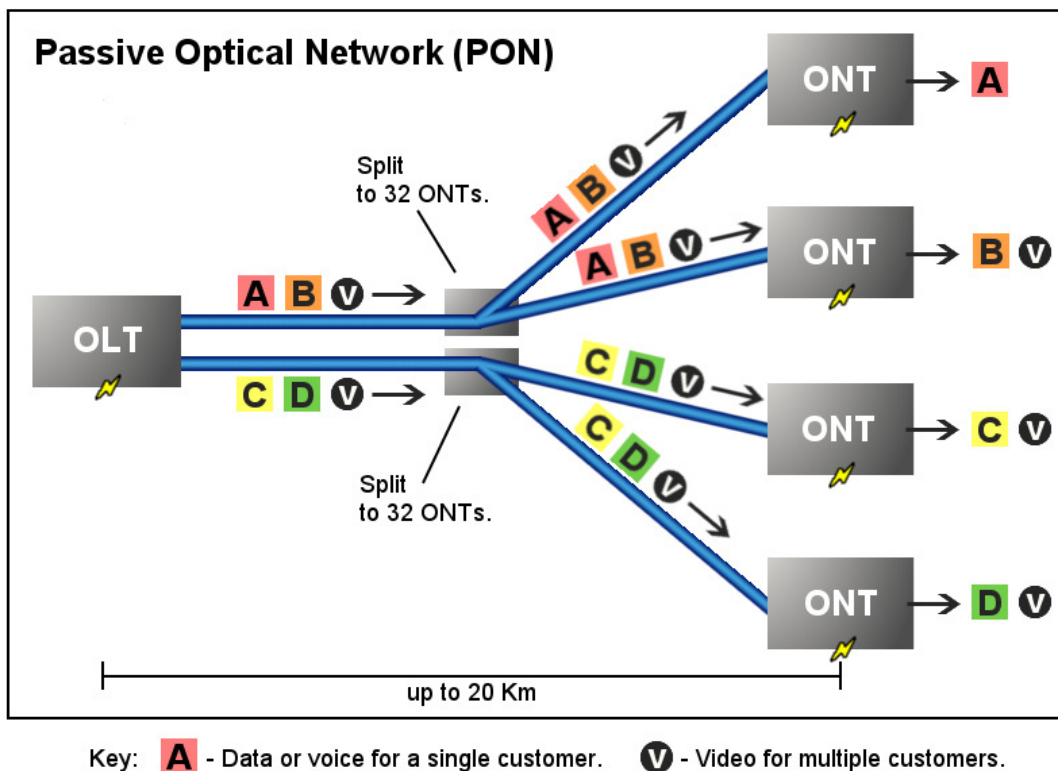
Fiberoptisk kabel (fiber) som overføringsmedium har ingen praktiske begrensninger med tanke på båndbredde relevant for kapasiteten i et aksessnett. Uten fysiske begrensninger på fiber som overføringsmedium er det elektronikken, altså sendere og mottakere i hver ende av fiberen som setter begrensninger.

Skalerbarheten er dermed avhengig av oppgradering av elektronikk. Det finnes som nevnt elektronikk som muliggjør overføring av praktisk talt ubegrensede informasjonsmengder over fiber. Det er derfor kun økonomiske vurderinger som ligger til grunn for begrensningene som dagens typiske elektronikk i aksessnettverk medfører. En videre utvikling vil gi mer avansert elektronikk til lavere priser, og kapasiteten for massemarkedsprodukter vil derfor stadig øke.

Det finnes i hovedsak to ulike arkitekturer for bygging av FTTH-nett som i det følgende vil bli beskrevet hver for seg på grunn av ulikheter:

Passive optiske nett

Et passivt optisk nett (PON) er et punkt-til-multipunkt-nett, hvor fiberen er et delt medium mellom operatørens node og flere kunder. Informasjonsstrømmen på én fiberkabel ut fra operatørnoden (OLT) videresendes til flere kunder gjennom passive splittere, som illustrert i figur 10. Opp til 64 kunder er koblet til hvert slikt nettsegment. All informasjon som sendes ut fra operatørnoden mottas på denne måten av alle kundeterminaler (ONT). I kundeterminalen filtreres all informasjon som ikke er adressert til den aktuelle kunden bort. GPON er valgt som teknologi for Telenors FTTH-utbygging.



Figur 10: Passivt optisk nett (PON). Kilde: Wikimedia Commons

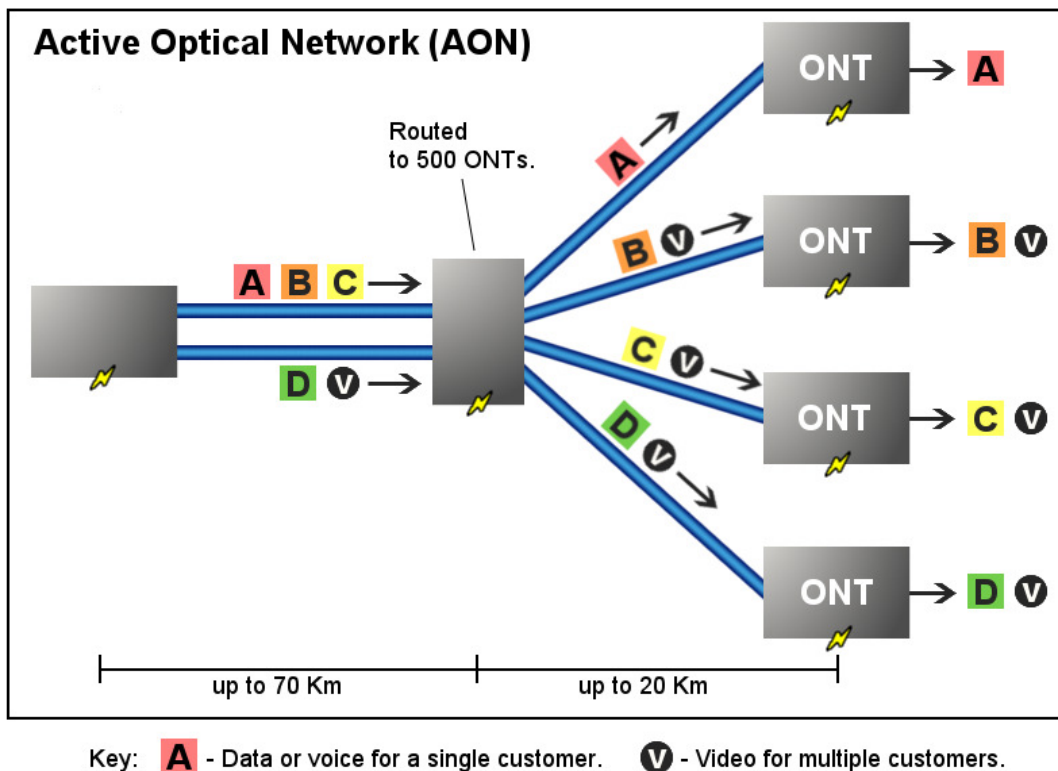
GPON er den nyeste og mest relevante standarden for PON i dag og i årene fremover. Standarden¹⁷ spesifiserer en nedstrømskapasitet på 2,5 Gbit/s, og en oppstrøms kapasitet på 1,2 Gbit/s. En lite utbredt variant har også oppstrøms kapasitet på 2,5 Gbit/s.

Nye PON-standarder med høyere kapasitet er under utvikling, men det er lite trolig at andre standarder enn dagens GPON vil ha utbredelse av betydning i Norge frem mot 2015.

Aktive optiske nett

Et aktivt optisk nett (AON), illustrert i figur 11, er et nett hvor hver kundenhet er koblet til operatørens aggregeringsnode på en dedikert fiberkabel, altså et punkt-til-punkt-nett. De aller fleste AON er i dag basert på en standard som gir 100 Mbit/s kapasitet både opp- og nedstrøms. Denne teknologien er til nå valgt av alle FTTH-operatører i Norge, bortsett fra Telenor.

¹⁷ ITU-T G.984.1 (03/08) Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General characteristics



Figur 11: Aktivt optisk nett (AON). Kilde: Wikimedia Commons

En standard som spesifiserer opp- og nedstrøms kapasitet på 1 Gbit/s har eksistert i over 10 år. Elektronikk for FTTH-nett som utnytter denne standarden er allerede kommersielt tilgjengelig, og vil sannsynligvis være standard for nye utbygginger i løpet av få år. Flere norske fiberoperatører har allerede kjørt pilotinstallasjoner med gigabitkapasitet til privatkunder. Eksisterende 100 Mbit/s-nett kan oppgraderes til 1 Gbit/s ved å skifte ut kundeterminal og node hos operatøren.

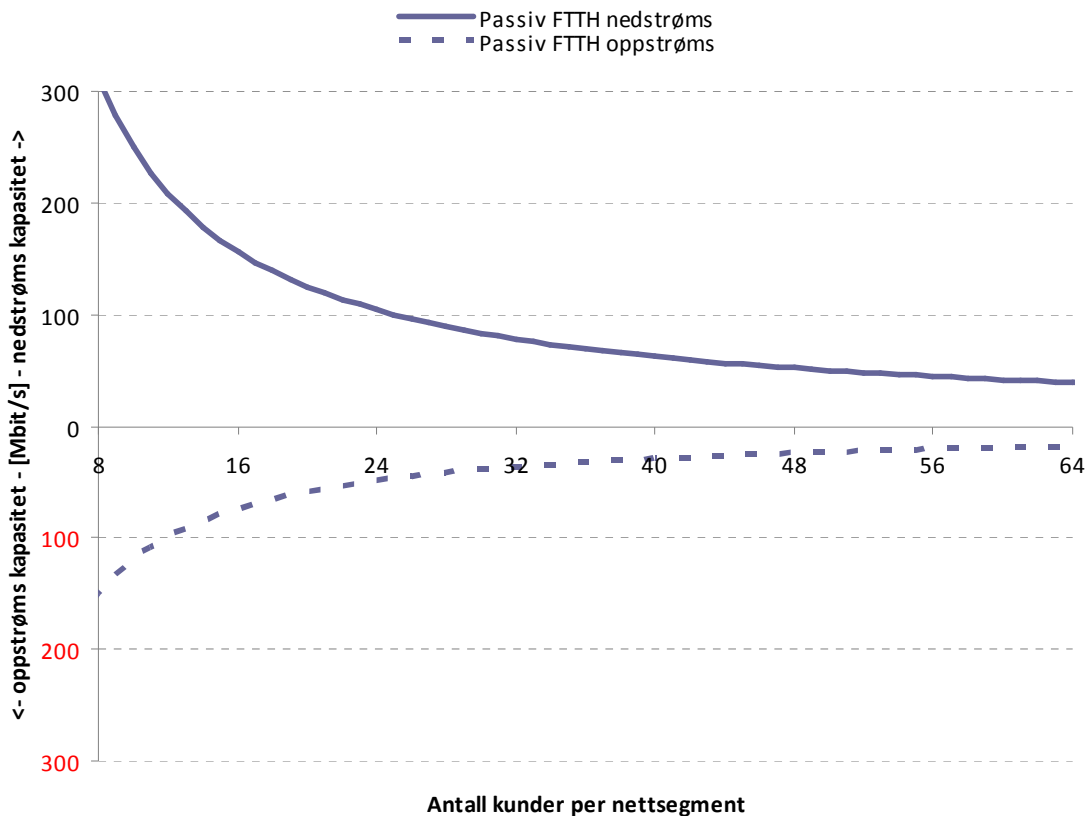
Transportdelen av fibernett er også fiberbasert. Kapasiteten i transportnettene kan dermed oppgraderes i takt med kapasitetsbehovet uten begrensninger utover utstyrs kostnader.

Tilgjengelig kapasitet

PON

I et PON deles kapasiteten i et nettsegment med opp til 64 kunder. Total kapasitet i hvert slikt nettsegment er teoretisk 2,4 Gbit/s nedstrøms og 1,2 Gbit/s oppstrøms.

Figur 12 viser kapasitet per kunde avhengig av antall kunder på hvert nettsegment. PON bygges som regel med opp til 32 eller 64 kunder per segment.



Figur 12: Kapasitet per kunde, PON

Som figuren viser så er kapasiteten i PON svakt asymmetrisk, med et forholdstall nedstrøms til oppstrøms på ca. 2:1.

Den teoretisk maksimalt oppnåelige kapasiteten for en enkelt kunde er teoretisk lik total kapasitet i nettsegmentet, gitt at ingen andre kunder på samme segment er aktive samtidig.

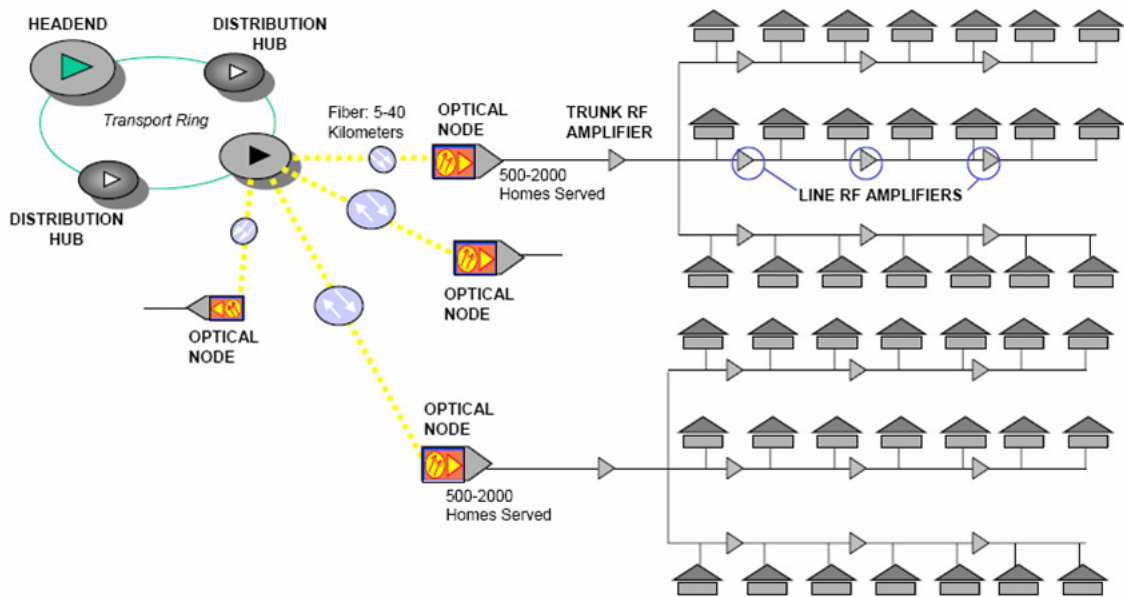
AON

En kunde på et AON har en dedikert kapasitet i aksessleddet på 100 Mbit/s både ned- og oppstrøms med dagens utstyr, og er altså symmetriske.

En gradvis nybygging med og utskiftning til kundeterminaler og noder som støtter 1 Gbit/s symmetrisk forventes i løpet av perioden frem mot 2015.

3.2.2 Kabel-TV-nett / HFC

HFC-nett er bredbåndsnett som utnytter kabel-TV-infrastruktur. HFC står for "hybrid fibre-coaxial", som en betegnelse på nett som kombinerer fiber- og koaksialkabel. HFC-operatørene bruker fiberkabel i kjernen av sine nett, men utnytter eksisterende koaxskabel opprinnelig bygget for kabel-TV for å nå helt ut til kundene.



Figur 13: Arkitekturen i et HFC-nett. Kilde: Wikimedia Commons

HFC-nettet utnytter koaksialkabelen fra operatørens node, ”optical node” på figur 13 som et delt medium. På hvert slikt delt nettsegment er opptil flere tusen kunder tilkoblet, som deler tilgjengelig kapasitet i nettsegmentet.

Skalerbarhet og begrensninger

Fiberdelen av HFC-nett har som tidligere beskrevet praktisk talt ubegrenset kapasitet. Koaksialkabelen i ytterste del av nettet har en praktisk begrenset båndbredde.

Standarden EuroDOCSIS 3.0¹⁸ er nyeste europeiske standard for dataoverføring på HFC-nett. Denne implementeres nå i HFC-nett i Norge.^{19,20}

Standarden spesifiserer frekvensområdet 5 til 65 MHz for oppstrøms trafikk. For nedstrøms trafikk er frekvenser fra 87,5 MHz og oppover tilgjengelig. Øvre frekvensgrense her er mellom 300 og 867 MHz avhengig hvordan nettet er satt opp.

Frekvensområdet for nedstrøms trafikk er delt opp i kanaler med 8 MHz kanalbredde. Hver slik 8 MHz brede kanal rommer én analog TV-kanal sendt i den europeiske PAL-standard, flere digitale kanaler, eller den kan brukes til dataoverføring. Dersom kabeloperatøren eksempelvis sender 10 analoge TV-kanaler på sitt HFC-nett, så okkuperer disse altså 10 kanaler. Kabeloperatørene har en rekke slike kanaler i sine nett i dag. Det forventes imidlertid at disse forsvinner i løpet av perioden frem mot 2015, og erstattes av digitale kanaler. Dermed kan hele frekvensspekteret fra 87,5 til 867 MHz med total kapasitet på ca 5 500 Mbit/s benyttes for overføring av digital video og andre bredbåndstjenester.

¹⁸ <http://www.cablelabs.com/specifications/doc30.html>

¹⁹ <http://www.get.no/web/omGet/presse/arkiv?pressId=132006>

²⁰ <http://www.idg.no/produkter/nettverktelekom/bredbaand/article17708.ece>

Kanalene på 8 MHz beskrevet over kan brukes for dataoverføring. Hver nedstrøms kanal har en kapasitet på maksimalt 55,62 Mbit/s. Standarden krever at kundeterminalen støtter sammenslåing av minimum 4 slike kanaler. Alle kommersielt tilgjengelige kundeterminaler har til nå støttet 4 kanaler, men det er nye utgaver på vei som støtter sammenslåing av 8 kanaler. Det er ingenting i veien for at det frem mot 2015 vil komme kundeutstyr som kan utnytte enda flere kanaler samtidig.

Kanalene for oppstrøms trafikk er 6,4 MHz brede, hvilket gir rom for ca. 9 kanaler. Oppstrøms benyttes en annen moduleringssteknikk som gir 30,72 Mbit/s per 6,4 MHz kanal, med resulterende total kapasitet på ca 250 Mbit/s. Også oppstrøms kan opptil 4 kanaler slås sammen mot én sluttkunde.

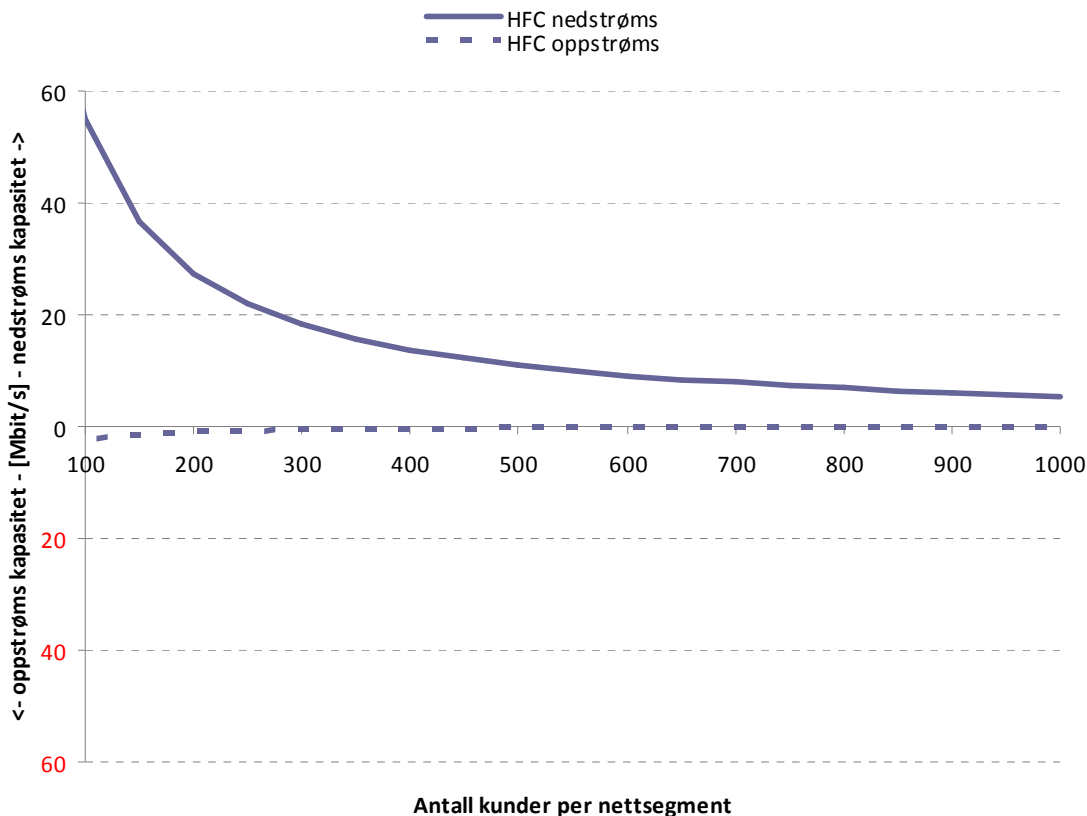
Transportdelen av HFC-nett er i all hovedsak fiberbasert. Kapasiteten i transportnettene kan dermed oppgraderes i takt med kapasitetsbehovet uten begrensninger utover utstyrskostnader.

Tilgjengelig kapasitet

Den koaksbaserte aksessdelen av et HFC-nett er et delt medium. Kapasiteten i et nettsegment deles dermed på et antall brukere. Et typisk antall kunder per nettsegment ligger i dag mellom 250 og 1000. Det er mulig å redusere dette antallet ytterligere gjennom å splitte opp eksisterende nettsegmenter ved å etablere flere aksessnoder. Kostnaden forbundet med dette er sterkt økende med redusert antall kunder per node, da det kreves mer fysisk tilrettelegging og trekking av ny kabel jo nærmere en kommer sluttkunden.

Med 5 500 Mbit/s tilgjengelig nedstrøms og 250 Mbit/s oppstrøms er HFC-nett sterkt asymmetriske med hensyn til kapasitet, med et forholdstall nedstrøms/oppstrøms på ca. 20:1. Enkelte operatører har bygd nettene slik at nettsegmentene oppstrøms er mindre enn nedstrøms, slik at det er færre kunder per nettsegment oppstrøms, men også disse nettene er fortsatt sterkt asymmetriske.

Figur 14 viser opp- og nedstrøms kapasitet per kunde, i en skala relevant for norske HFC-nett.



Figur 14: Kapasitet per kunde, HFC

Som figuren viser så kan HFC-nett bygget med små nettsegmenter tilby god kapasitet nedstrøms, mens oppstrøms kapasitet er begrenset.

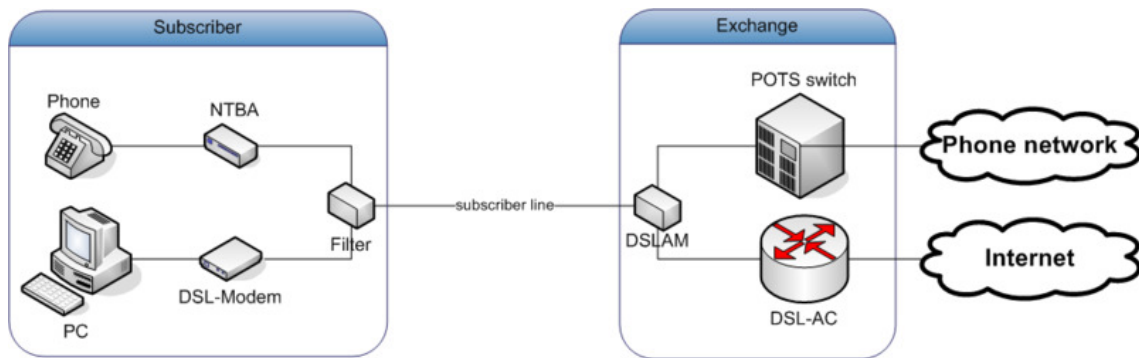
Gitt kundeutstyret som er kommersielt tilgjengelig i dag og støtter sammenslåing av 4 kanaler så er teoretisk maksimal oppnåelig nedstrøms kapasitet per kunde ca. 200 Mbit/s. Neste generasjon med 8 kanaler vil gi en maksimal kapasitet per kunde på ca. 400 Mbit/s. Vi regner med at kundeutstyr som støtter maksimalt 4 eller 8 sammenslåtte kanaler vil være dominerende i markedet frem mot 2015.

Oppstrøms gir 4 sammenslåtte kanaler 120 Mbit/s som teoretisk maksimal oppnåelig kapasitet for en enkelt bruker.

3.2.3 DSL

DSL er en fellesbetegnelse for en teknologifamilie for overføring av digitale data over ordinære telefonlinjer.

DSL deler den samme telefonlinjen som brukes til analog telefoni eller ISDN, som illustrert i figur 15. ADSL utnytter et høyere frekvensområde enn taletelefonien. Den laveste delen av frekvensspekteret på telefonlinjen brukes av analog telefoni eller ISDN, og høyere frekvenser utnyttes for oppstrøms og nedstrøms data. Frekvensområdene for taletrafikk skiller fra frekvensområdene for DSL ved hjelp av en splitter/filter hos kunden.



Figur 15: Prinsippskisse DSL. Kilde: Wikimedia Commons

Andre varianter av DSL utnytter enda høyere frekvensområder enn ADSL for å øke kapasiteten.

Skalerbarhet og begrensninger

Signaler sendt over en telefonlinje har en rekkevidde begrenset av signalstyrke, frekvens og linjens kvalitet. Signalstyrken svekkes gradvis når lengden på linjen øker. Høyere frekvenser svekkes mer enn lave frekvenser. I tillegg vil signaler fra en linje "smitte over" til nærliggende linjer, hvor de oppfattes som støy. For å redusere denne effekten, kalt krysstale, må signalstyrken ikke være for høy.

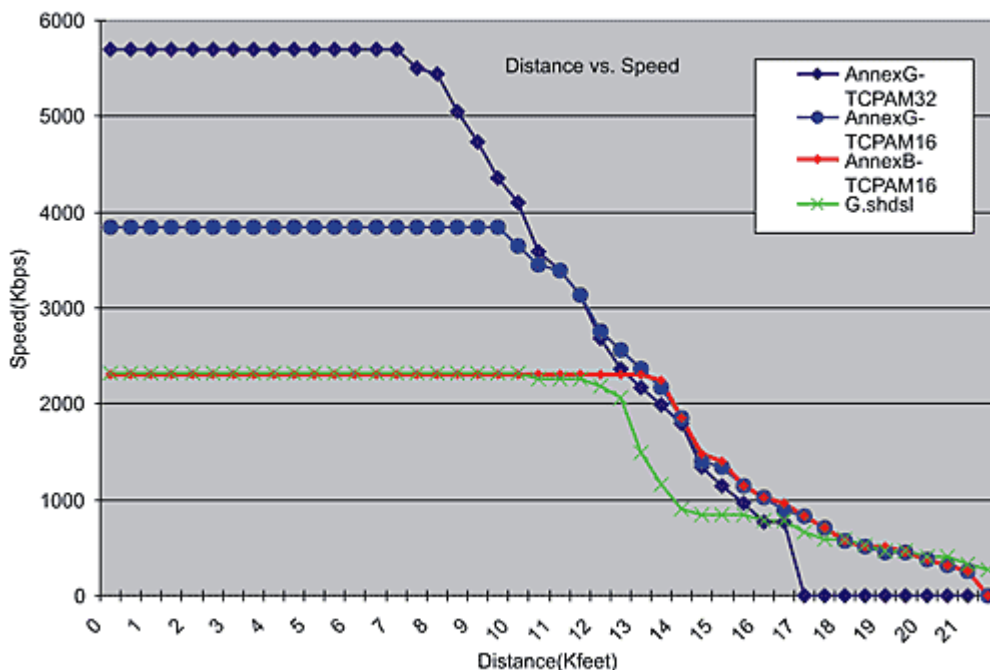
For DSL er rekkevidden i kombinasjon med støyproblematikken den viktigste begrensende faktor for kapasiteten.

De fleste nodepunktene for DSL, kalt DSLAM, har blitt oppgradert med høykapasitets tilkoblinger til operatørens transportnett siden årtusenskiftet. Det gjenstår likevel fortsatt et antall DSLAMer som har begrenset kapasitet videre inn i operatørens nett. Dette medfører at tilgjengelig kapasitet for kundene er begrenset, og operatøren kan bare tilby lavkapasitets produkter på de aktuelle stedene.

Forskjellige varianter og versjoner av DSL-standarden er lansert for å gi best mulig kapasitet på ulike linjelengder. Mest aktuelle for det norske markedet er:

- ADSL var den første DSL-teknologien som ble utbygd i Norge, og er fremdeles utbredt. ADSL gir i frekvensområdene tildelt i Norge en kapasitet på opptil 6 Mbit/s nedstrøms og 1 Mbit/s oppstrøms. Maksimal linjelengde er 5,5 kilometer, som gir kapasiteter på 0,2 Mbit/s nedstrøms og 0,1 Mbit/s oppstrøms.
- ADSL2+ er en videreutvikling av ADSL, som blant annet tar i bruk høyere frekvenser for økt overføringskapasitet. ADSL2+ får gradvis større utbredelse gjennom etablering av nye og utvidelse og oppgradering av ADSL-sentraler.
 - ADSL2+ gir kapasiteter på opptil 20 Mbit/s nedstrøms og 1,2 Mbit/s oppstrøms.
- VDSL/VDSL2 kan utnytte frekvensområder opp til 30 MHz, og gir en samlet kapasitet på opptil 200Mbit/s på svært korte linjer. Kapasiteten kan deles opp symmetrisk eller asymmetrisk.

- I Norge har Telenor godkjent å bruke frekvensområdet opptil 12 MHz. NextGenTel tilbyr kapasiteter opptil 40Mbit/s nedstrøms og 20Mbit/s oppstrøms på linjer kortere enn 800 meter.²¹



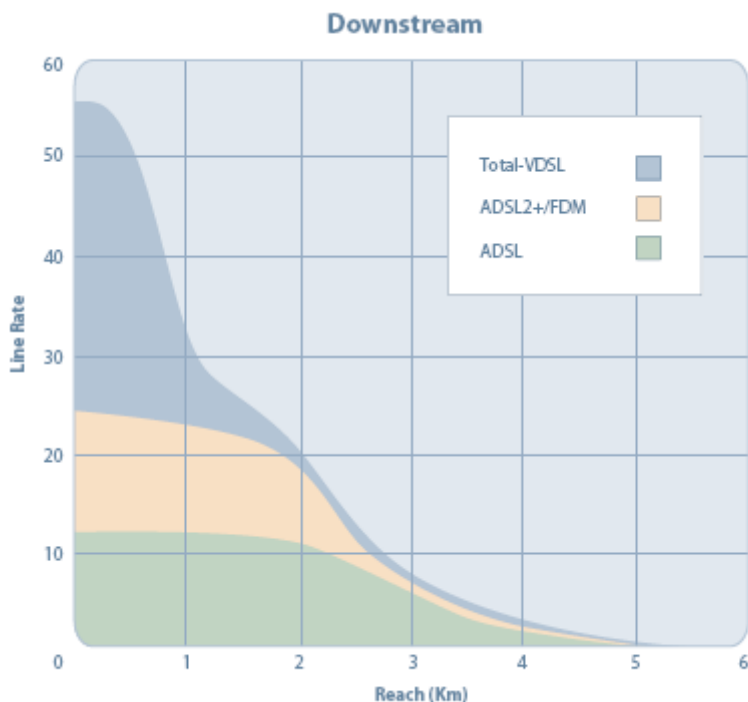
Figur 16: SHDSL – linjelengder og kapasitet. Kilde: NSGate

- SHDSL er en variant av DSL-teknologien som primært brukes av bedrifter. I motsetning til ADSL, benytter SHDSL også frekvensområdet normalt avsatt til telefoni til å overføre data. Kapasiteten er symmetrisk, med opptil 2,3 Mbit/s i hver retning over en avstand på opptil 3 kilometer. Det er mulig å kjøre SHDSL over inntil fire parallelle linjer mellom operatør og kunde, hvilket gir en samlet kapasitet på opptil 9,2 Mbit/s.
 - Siste versjon av SHDSL-standarden²², kalt SHDSL.bis, beskriver en utvidelse av kapasiteten per linje til 5,7 Mbit/s. Også standardens Annex F kan kjøres over flere parallelle linjer for å oppnå høyere kapasitet. Figur 16 viser sammenhengen mellom linjelengde og kapasitet for forskjellige moduleringsvarianter av SHDSL.

²¹ <http://www.nextgentel.no/privat/bredband/vdsl2/>

²² <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.991.2-200312-I/en>

Tilgjengelig kapasitet

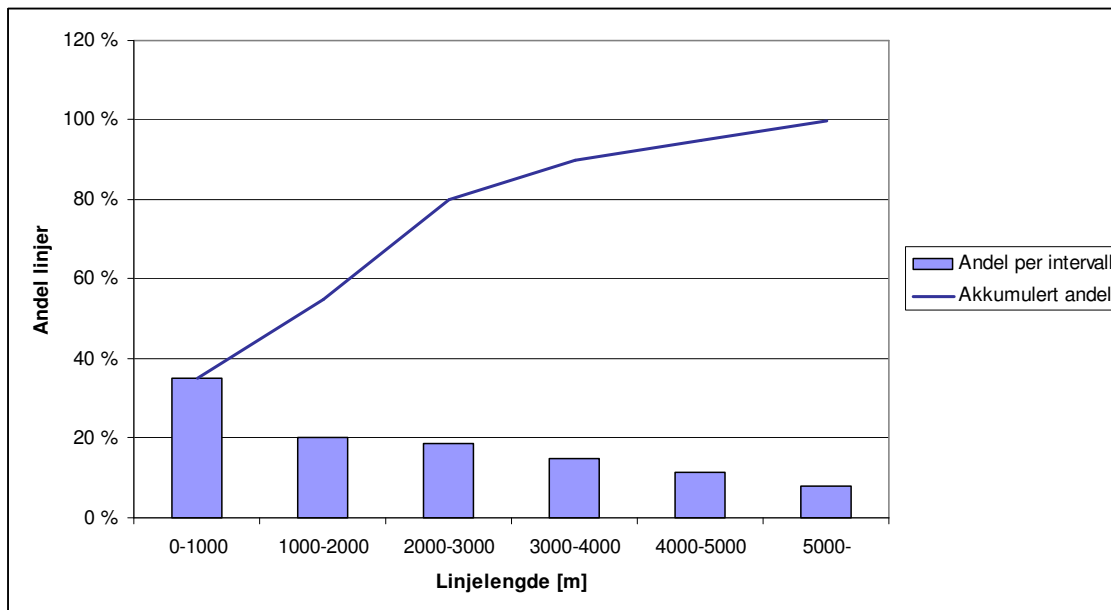


Figur 17: ADSL(2+) og VDSL - linjelengder og kapasitet. Kilde: Wikimedia Commons

Figur 17 illustrerer sammenhengen mellom linjelengde og nedstrømskapasiteter for de teknologiene som er relevante for privatmarkedet. Figuren viser kapasitetsintervaller for gitte kapasiteter. Intervallene skyldes at linjekvaliteten varierer, noe som påvirker oppnåelig kapasitet.

Figur 18 viser fordelingen av linjelengder i det norske telenettet.²³ Sammenstiller man de to figurene ser man at andelen norske kobberaksesslinjer som vil kunne utnytte VDSL-teknologien med nedstrøms kapasiteter opp mot 50 Mbit/s i praksis er liten, i gjennomsnitt vil dette kanskje gjelde 20 prosent av linjene på en sentral. Knapt halvparten av kundene kan i teorien tilbys nedstrømskapasiteter opp mot 20 Mbit/s med ADSL2+, og cirka 70 prosent av kundene kan tilbys ca 10 Mbit/s.

²³ http://www.npt.no/ikbViewer/Content/vurdering_bredbandsdekning.pdf?documentID=47303



Figur 18: Fordeling av linjelengder i Telenors kobberaksessnett. Kilde: PT²⁴

Mot 2015 er det lite trolig at DSL-teknologiene vil gjennomgå store forandringer slik at kapasitet/rekkevidde økes betydelig.

En av løsningene for å omgå linjelengdeproblematikken er å korte ned linjelengdene gjennom å flytte sentralene nærmere kundene. Denne strategien velges av incumbents som har satset på VDSL. Telenor er tilsynelatende ikke blant disse, men ser ut til å ha valgt bort VDSL til fordel for FTTH i årene fremover. Når Telenor ikke bygger slike utskutte sentraler så er det vanskelig også for andre operatører å komme nærmere kundene.

Noen sentraler vil nok bli oppgradert til VDSL for å gi kunder på korte linjer et høykapasitetstilbud. De aller fleste sentralene vil likevel ha en stor andel kunder som ikke vil få et bedre tilbud enn det de har i dag.

En annen mulighet for å øke kapasiteten per kunde er å utnytte flere parallelle telefonlinjer. En del privatkunder og de fleste bedrifter har i dag tilgang til flere tråddar til nærmeste sentral. Denne løsningen vil trolig være mest aktuell for bedrifter, både på grunn av tilgangen til linjer, men også på grunn av kostnadene det medfører på grunn av kompleksitet.

3.2.4 Oppsummering - faste aksessteknologier

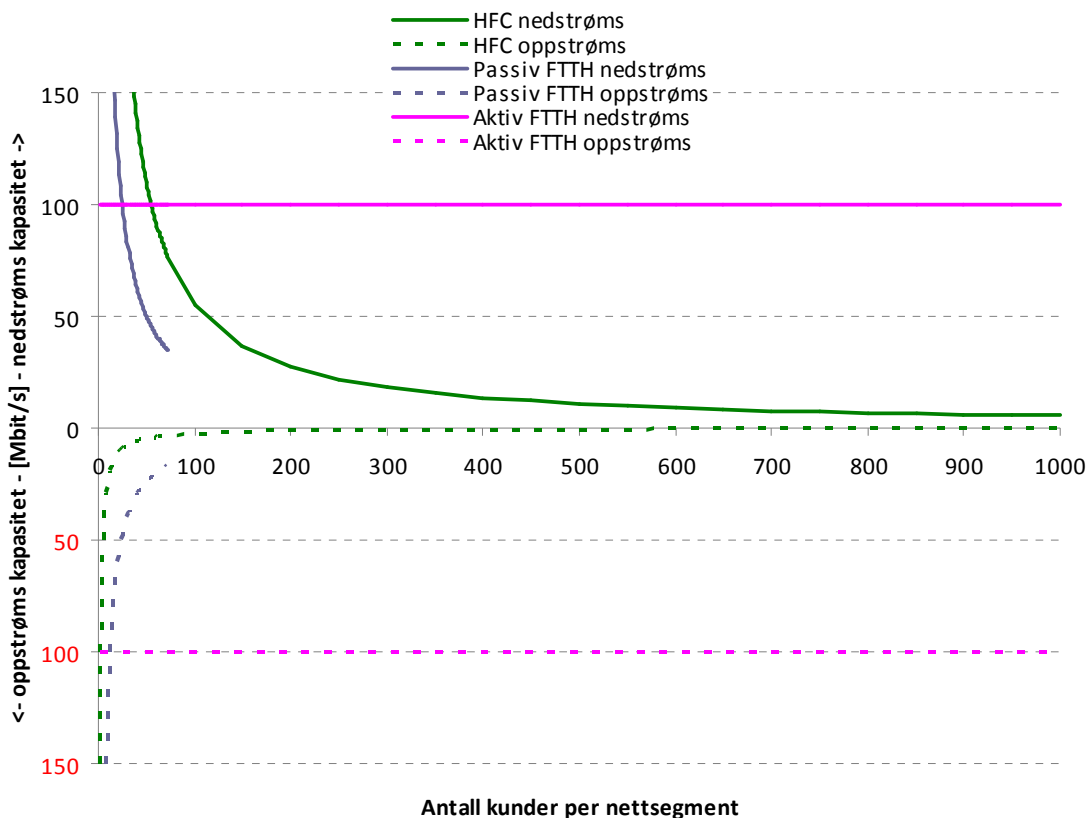
Begrensningene og utfordringene knyttet til de ulike teknologiene varierer. For DSL er avstand fra sentral til kunde en utfordring som gjør at mange av kundene ikke vil kunne få tilbud om nedstrøms kapasiteter over 10 Mbit/s. I tillegg er DSL utsatt for støy og andre forstyrrelser, noe som gjør det vanskeligere å levere kvalitetskritiske tjenester som eksempelvis HDTV. Utfordringene til DSL ligger i høy grad på fysisk nivå, med demping, støy og lignende som viktigste begrensninger. En betydelig videreutvikling for DSL-teknologien som løser disse problemene frem mot 2015 er lite sannsynlig.

²⁴ http://www.npt.no/ikbViewer/Content/vurdering_bredbandsdekning.pdf?documentID=47303

En fysisk flytting av DSL-sentraler nærmere sluttkundene er kanskje det eneste grepet som kan gjøre DSL aktuell som aksessteknologi høykapasitets tjenester. Dette vil imidlertid være kostnadskrevende dersom man ønsker høy dekningsgrad, og kombinert med ytterligere økning i kapasitetsbehov i fremtiden fremstår dette som lite attraktivt i stor skala.

For bedriftskunder med høyere betalingsvilje og høyere krav til symmetri kan SHDSL være et godt alternativ, med symmetrisk kapasitet på over 20 Mbit/s på avstander inntil 3 kilometer.

Den siste utviklingen innen HFC har gjort teknologien til et godt alternativ for å levere nedstrømstjenester med god kapasitet. Dette forutsetter imidlertid at HFC-nettene er bygd eller oppgradert med små nettsegmenter, som vist i figur 19. I gamle HFC-nett med mange kunder per nettsegment vil det være meget kostnadskrevende å splitte opp for å tilby høye kapasiteter.



Figur 19: Dimensjonering av FTTH- og HFC-nett

Kombinasjonen av analoge og digitale TV-kanaler samt IP-trafikk gjør HFC-teknologien godt egnet å levere multimedietjenester. HFC har imidlertid en stor utfordring på kapasitet ut fra kunden (oppstrøms), som vist i figuren. Dette har ikke vært et stort problem med gamle bruksmønstre, men nye tjenester og måter å bruke bredbåndsaksessen på kan endre på dette, jf. kapittel 2. Den fysiske båndbredden i HFC-nett er imidlertid stor, så man kan ikke utelukke nye standarder og protokoller som løser dette på lengre sikt.

FTTH har vist seg å være det foretrukne valget ved etablering av høykapasitets bredbåndnett i nye områder. Fiberteknologien tilbyr skalerbarhet og sikkerhet rundt dekning av kapasitetsbehov i overskuelig fremtid. Fiberkabel er også fysisk mye lettere og mer medgjørlig enn tynge kobberkabler. I motsetning til HFC-nett og DSL, så er hovedutfordringen for FTTH at det historisk sett er lagt lite fiber egnet for FTTH-utbygging. I valget mellom arkitekturer har passive og aktive FTTH-nett ulike fordeler og ulemper.

3.3 Trådløse aksessteknologier

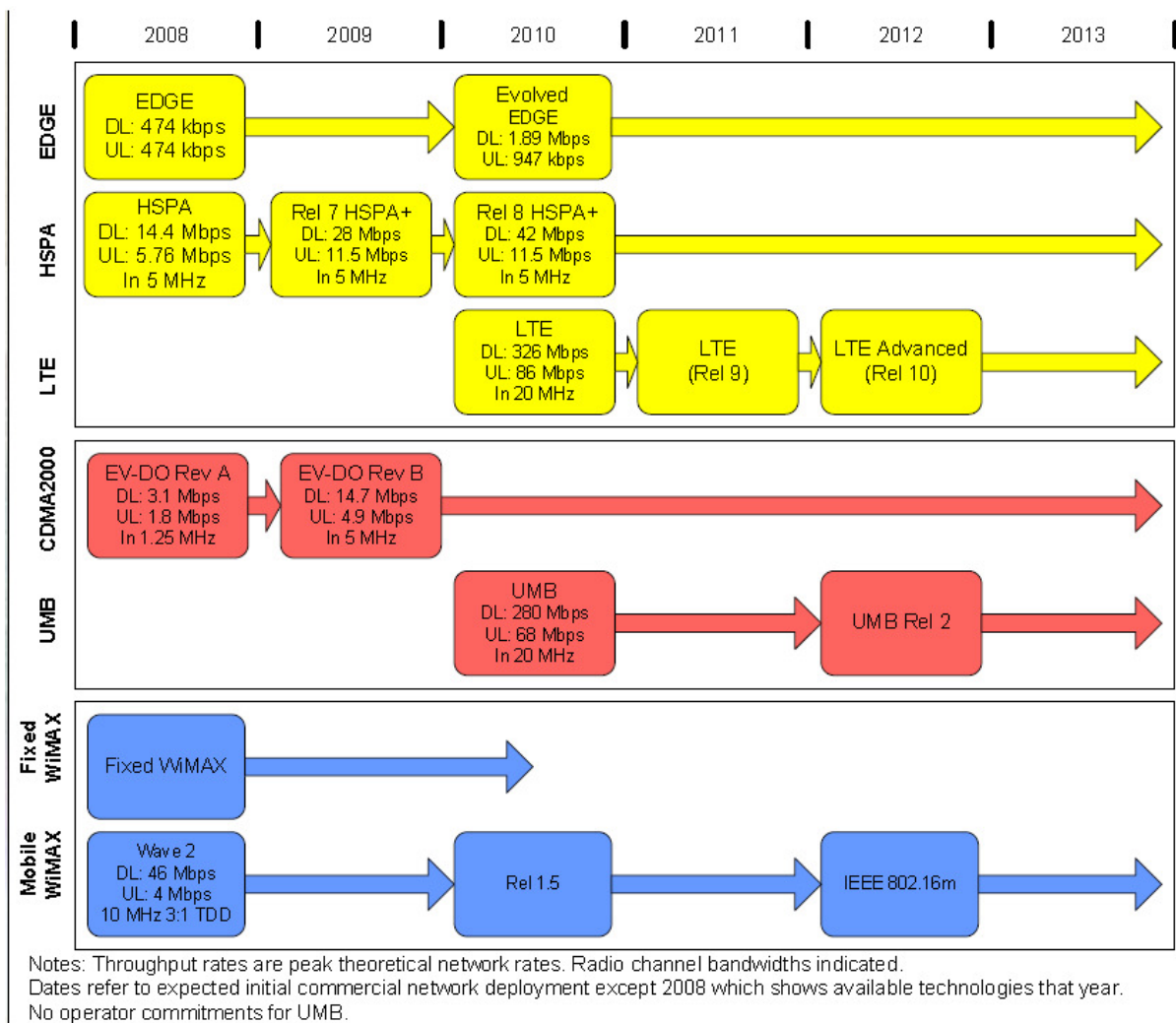
3.3.1 Innledning

Figuren nedenfor gir en oversikt over de mest aktuelle teknologiene for trådløs bredbåndsaksess de nærmeste årene. I hovedsak har det en tid vært to konkurrerende teknologifamilier:

- GSM-standarden og dens videreutvikling (EDGE, UMTS, HSPA, LTE), standardisert av organisasjonen 3GPP
- CDMA2000-standarden og dens videreutvikling (EV-DO, UMB), standardisert av organisasjonen 3GPP2

GSM-standarden dominerer markedet, og har nær 90 prosent markedsandel på verdensbasis. Andelen ser fortsatt ut til å være økende.

I tillegg er WiMAX-standarden, basert på standarder fra IEEE og sertifisert av WiMAX Forum, utviklet som en konkurrerende teknologifamilie, både for fast og mobilt bredbånd. Utbredelsen er foreløpig begrenset.



Figur 20: Teknologifamilier for mobilt bredbånd. Kilde: 3gamericas

Som det fremgår av figurens noter, ser neste generasjons CDMA-teknologi (UMB) ikke ut til å få støtte fra operatørene. Av denne grunn har Qualcomm, som er dominerende innen utvikling av komponenter for CDMA-familien, erklært at de legger ned sin UMB-utvikling.

De aktuelle teknologiene, deres egenskaper og antatte potensial blir beskrevet nærmere i de påfølgende kapitlene. Mens figur 20 viser maksimal (teoretisk) kapasitet for de ulike teknologier, vil vi i de videre kapitlene fokusere mer på de kapasitetene en bruker i praksis vil kunne oppleve.

3.3.2 GSM/UMTS/HSPA/LTE

Spektrum

Denne teknologifamilien benytter såkalt FDD (Frequency Division Duplex) som aksessmetode, dvs. at de to transmisjonsretningene (til og fra basestasjonen) benytter hvert sitt frekvensbånd. Mengde spektrum for et slikt system benevnes derfor 2xY MHz, altså Y MHz for hver av de to transmisjonsretningene. Dette kalles også for parert spektrum.

Tradisjonelt har GSM-familien innen Europa benyttet følgende frekvensbånd:

- GSM: 900 MHz- og 1800 MHz-båndet, med henholdsvis 2x35 MHz og 2x75 MHz totalt tilgjengelig båndbredde. I Norge er det fortsatt ledige ressurser i 1800 MHz-båndet, mens 900 MHz-båndet er fullt ut allokert til eksisterende operatører.
- UMTS/HSPA: 2,1 GHz-båndet, med 2x60 MHz tilgjengelig kapasitet. Telenor, NetCom, HI3G og Mobile Norway har hver sin 3G-lisens med båndbredde 2x15 MHz.

Tendensen innen EU er at frekvensressurser tildeles på teknologinøytral basis. Post- og teletilsynet (PT) følger også denne linjen. I tråd med dette vil GSM-båndene i Norge bli reallokert til også å kunne benyttes for UMTS og LTE. Det pågår for tiden konkrete forhandlinger mellom de norske operatørene omkring reallokering av spektrum slik at 900 MHz-båndet også skal kunne brukes for UMTS.

2,6 GHz-båndet var opprinnelig øremerket som et utvidelsesbånd for UMTS. Dette båndet, som totalt er på 190 MHz (2 500 – 2 690 MHz) ble i 2007 auksjonert på teknologinøytral basis. Telenor sikret seg 2x20 MHz paret spektrum i denne auksjonen, NetCom 2x15 MHz. LTE må forventes å bli det mest sannsynlige anvendelsesområdet for disse to operatørene i den pærede delen av spektret.

2,6 GHz-båndet har rikelig med kapasitet, men rekkevidden av disse høye frekvensene er begrenset. Skal mobilt bredbånd få landsdekkende utbredelse (som GSM i dag har), kreves tilgang på lavere frekvensbånd. 900 MHz-båndet er nevnt, men kapasiteten er begrenset, og båndet må dessuten i overskuelig fremtid også benyttes for GSM.

Mobilbransjen ser derfor på det såkalte digital-dividende-båndet som det mest relevante båndet for landsdekkende mobilt bredbånd med tilstrekkelig høy kapasitet. ITU har anbefalt at en del av dette båndet, i Europa 72 MHz (790 – 862 MHz), blir allokert til mobilt bredbånd av nasjonale myndigheter. Frekvensbåndet benyttes i dag til analog TV-distribusjon, og det pågår en intens kamp om disse frekvensene mellom TV-bransjen og mobilbransjen. En arbeidsgruppe i regi av PT anbefalte i 2008 en teknologinøytral auksjon. Saken ligger for tiden til behandling i Samferdselsdepartementet.

Det kan også bli aktuelt å ta i bruk 1800 MHz-båndet til LTE, enten ved reallokering innefor allerede tildelte frekvenstillatelser eller ved tildeling av nytt spektrum. I Finland har myndighetene nettopp tildelt nytt 1800 MHz spektrum til de eksisterende operatører med tanke på LTE. 1800 MHz-båndet kan gi visse fordeler sammenlignet med 2,6 GHz, men gir relativt kort rekkevidde sammenlignet med de lavere frekvensbåndene som er aktuelle. 1800 MHz er derfor generelt ikke sett på som et hovedfrekvensbånd for LTE.

Det kan bemerkes at 450 MHz-båndet er det norske frekvensbåndet for mobile systemer som gir den aller største rekkevidden (ble tidligere brukt til NMT450, nå til CDMA450). Dette båndet benyttes ikke globalt for mobile systemer på samme måte som de øvrige bånd som er beskrevet. Markedsutsiktene framover er derfor også usikre, og storskalafordelene vil uansett være mye mindre enn for systemer i de øvrige bånd. Vi tror per i dag ikke at nett og terminaler for LTE i dette båndet vil være tatt i bruk i særlig grad i et 2015-perspektiv. (UMTS er ikke aktuelt, siden båndet kun er på 2x4,5 MHz).

Ytelse i dag

Mens rekkevidden for en basestasjon først og fremst bestemmes av frekvensbåndet som benyttes, er ytelsen (kapasiteten) for en gitt teknologi først og fremst avhengig av hvor mye spektrum operatøren har tilgjengelig. Minste båndbredde for UMTS/HSPA er 2x5 MHz, mens LTE er spesifisert for å kunne benytte båndbredder fra 2x1,4 MHz og opp til 2x20 MHz. De høye datakapasitetene som man ofte refererer til for LTE forutsetter som regel den høyeste båndbredden, altså 2x20 MHz. Så stor båndbredde blir først og fremst tilgjengelig i 2,6 GHz båndet.

I dag ansees HSPA som en kommersielt tilgjengelig og utbredt teknologi, mens LTE foreløpig er på utprøvningsstadiet. Noen få land, bl.a. Australia og Østerrike har allerede introdusert HSPA+.

I Norge har både Telenor og NetCom oppgradert sine UMTS-nett til HSPA. HSPA har som vist på figur 20 en maksimal (teoretisk) ytelse på 14,4 Mbit/s på nedstrøms, men den versjon de norske operatørene i dag har implementert har lavere maksimal ytelse enn dette (dels 3,6 Mbit/s, dels 7,2 Mbit/s). På global basis har 34 prosent av de implementerte nettene maksimal ytelse på 7,2 Mbit/s eller høyere. Få land har tatt i bruk nett for 14,4 Mbit/s.

I Norge er ennå ikke (så vidt vites) HSPA med høy ytelse også på oppstrøms (HSUPA) tatt i bruk, men på global basis er slike nett nå en realitet.

De kapasitetene som er indikert i figur 20 er teoretiske maksimalkapasiteter under gitte forutsetninger. I praksis vil man som en bruker av mobilt bredbånd oppleve lavere kapasiteter enn dette. Siden radiospektret må deles mellom flere brukere (i motsetning til fast bredbånd hvor hver bruker har sin egen linje), vil brukeropplevd kapasitet i et mobildatanett være avhengig av antall samtidige brukere, og dessuten av avstanden til basestasjonen.

Et typisk område for brukeropplevd kapasitet for dagens mobile bredbåndssystemer vil være som følger:

- EDGE: 70-130 kbit/s nedstrøms, det samme oppstrøms
- UMTS: 200-300 kbit/s nedstrøms, det samme oppstrøms
- HSPA: 1-4 Mbit/s nedstrøms, 0,5-2 Mbit/s oppstrøms

Teknologisk utvikling mot år 2015

Oppgradering/utskifting av dagens mobilnett med ny teknologi fram til år 2015 må antas å skje i flere trinn. Konkurransen i markedet vil være bestemmende for hvor raskt og hvor mye det vil investeres. Således var Norge blant de senere land på verdensbasis når det gjelder innføring av HSPA, og det antas at dette skyldes at konkurransen ikke nødvendiggjorde en raskere introduksjon.

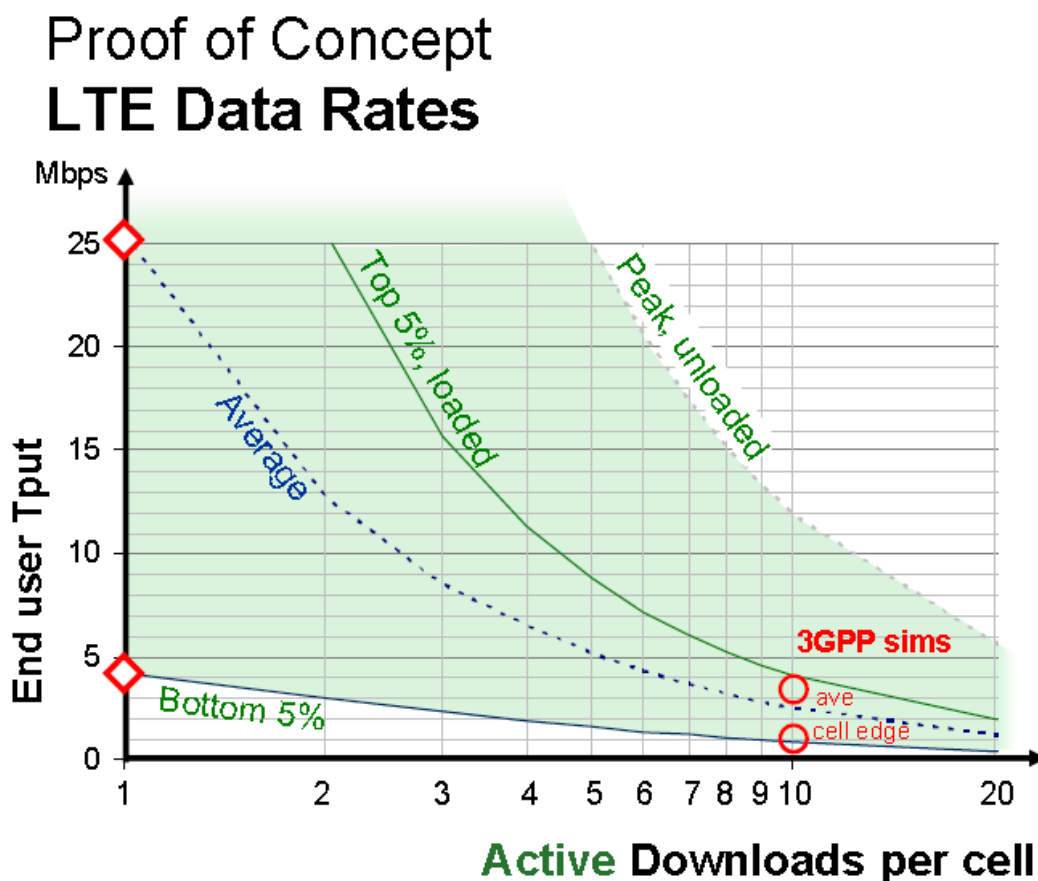
Et sannsynlig område for brukeropplevd kapasitet for de teknologier som er mest aktuelle i 2015-perspektiv vil være som følger:

- EDGE: 150-500 kbit/s nedstrøms, 100-500 kbit/s oppstrøms
- UMTS og HSPA: Som i dag
- HSPA+: 5 Mbit/s nedstrøms, 3 Mbit/s oppstrøms

- LTE: 5-10 Mbit/s nedstrøms, 3-5 Mbit/s oppstrøms (bl.a. avhengig av mengde spektrum)

Oppgitte brukeropplevde kapasiteter forutsetter et bruksmønster likt dagens mønster, med sporadisk utnyttelse av kapasiteten til tjenester som i all hovedsak er lite kapasitetskrevende. Ved høy utnyttelse av kapasitet fra mange samtidige brukere reduseres brukeropplevd kapasitet betydelig.

Figur 21 viser sammenhengen mellom forventet opplevd kapasitet og antall aktive brukere i en radiocelle for LTE. Figuren er basert på praktiske tester og teoretiske beregninger gjennomført av LTE/SAE Trial Initiative.²⁵ Som figuren viser faller forventet opplevd kapasitet når antallet aktive brukere øker. Hvis eksempelvis 10 kunder i samme sektor samtidig laster ned filer vil forventet opplevd nedstrømskapasitet være ca. 4 Mbit/s. Dette gjør LTE, i likhet med andre mobilteknologier som utnytter delt medium, uegnet for utstrakt bruk av høykapasitetstjenester med mindre man bygger et stort antall basestasjoner for å redusere antall aktive kunder per sektor.



Figur 21: Opplevd kapasitet ved samtidige nedlastinger, 20 MHz, LTE. Kilde: LSTI

Både UMTS, HSPA, HSPA og LTE hører terminologimessig hjemme under betegnelsen “3G”, altså 3dje generasjons mobilnett (NMT var 1ste generasjon, GSM var

²⁵ www.lstiforum.org

2dre generasjon). Innen 2015 må vi regne med at også "4G" mobilnett er blitt en kommersiell realitet.

3GPP benevner GSM-familiens 4G-system "LTE Advanced". Målsettingen for utvikling av dette systemet er maksimalkapasiteter på minst 1 Gbit/s nedstrøms og 500 Mbit/s oppstrøms for såkalt nomadisk bruk, en del lavere for bruk under full mobilitet (for eksempel på tog). Det gjenstår å se hva gjennomsnittlige brukeropplevde kapasiteter kan bli. Dette systemet forventes å ha begrenset utbredelse i et 2015-perspektiv, og hvorvidt det på dette tidspunkt overhodet er innført i Norge er avhengig av markeds- og konkurranseutviklingen. Vi velger derfor å ikke ta LTE Advanced med i vurderingene i denne rapporten.

3.3.3 CDMA2000

Spektrum

På global basis er CDMA2000-teknologien tatt i bruk i en rekke frekvensbånd, mens i Norge er det foreløpig anvendelse i 410 MHz og 450 MHz-båndet som er aktuell. Disse frekvenstillatelsene innehas i dag av ICE/Nordisk Mobiltelefon. ICE ble opprinnelig (i 2004) tildelt båndet som ble tidligere ble benyttet til NMT450, på 2x4,5 MHz. Etter det har de sikret seg ytterligere 2x0,5 MHz rett nedenfor NMT-båndet, og dessuten 2x1,8 MHz i 410 MHz-båndet. 410 MHz-båndet er foreløpig ikke tatt i bruk.

Det er ikke plass til flere operatører i 450 MHz-båndet, og det vil neppe bli mer enn en den ene CDMA-operatøren i Norge. At ytterligere introduksjon i Norge av CDMA2000 ikke ansees som sannsynlig kommer dels av at systemet til nå er utviklet for andre frekvensbånd enn de Norge/Europa benytter i til mobilkommunikasjon, og dels av den sterke markedsposisjonen GSM-familien har opparbeidet seg.

Ytelse i dag

Figur 20 viser at på samme måte som GSM-familien vil CDMA-familien videreutvikles over tid hva ytelse angår.

ICE har i dag et nett med dekning over så å si hele Norge. 70 prosent av arealet og 90 prosent av husstandene er nå dekket. Nettet brukes foreløpig utelukkende til mobilt bredbånd, og er nylig oppgradert til versjonen EV-DO Rev. A (se figur 20). Denne versjonen har maksimal teoretisk ytelse på 3,1 Mbit/s nedstrøms og 1.8 Mbit/s oppstrøms, men som tidligere forklart vil den brukeropplevde kapasiteten være lavere. Typiske brukeropplevde kapasiteter kan være i området 600 kbit/sek – 1,4 Mbit/s nedstrøms og 300 – 700 Mbit/s oppstrøms.

Teknologisk utvikling mot år 2015

Neste trinn i utviklingen av CDMA-standarden, den såkalte EV-DO Rev. B, forventes å bli kommersielt tilgjengelig i løpet av 2009. Derimot brenner det som nevnt i kapittel 5.5.1 et blått lys for "4G"-løsningen innenfor CDMA-familien, den såkalte UMB-standarden. Ledende CDMA-operatører som Verizon Wireless (USA), KDDI (Japan) og SK Telecom (Korea) har alle erklært at de i stedet for å ta i bruk UMB vil migrere til LTE. Det er derfor en gjengs oppfatning innen mobilbransjen at UMB ikke vil bli realisert.

Det norske CDMA450-nettet i 2015 må derfor antas å bestå av EVDO Rev. A og/eller Rev. B, avhengig av operatørens vilje og evne til å oppgradere dagens Rev. A-nett. ICE sier selv at de vil ta i bruk Rev. B fra slutten av 2009. Typiske brukeropplevde kapasiteter i et Rev. B-nett vil kunne være i området 1,5- 3 Mbit/s nedstrøms og 600 kbit/s – 1,5 Mbit/s oppstrøms.

Som allerede nevnt tror vi ikke at LTE i 450 MHz-båndet vil være et aktuelt alternativ i et 2015-perspektiv.

3.3.4 WiMAX

WiMAX er et trådløst system som finnes kommersielt tilgjengelig både for fast og mobilt bredbånd. De to systemene er ikke kompatible, og benytter til dels forskjellig spektrum.

Spektrum

Foreløpig benytter alle tilgjengelige varianter av WiMAX tidsdelt dupleks (TDD) som aksessmetode, d.v.s. at samme frekvensbånd benyttes for begge transmisjonsretningene (uparet spektrum, i motsetning til GSM/HSPA/LTE som benytter paret spektrum).

For fast WiMAX benyttes hovedsakelig 3,5 GHz-båndet. Det finnes også varianter av mobil WiMAX (802.16e) som opererer i dette frekvensområdet.

Hovedbåndet for Mobil WiMAX i dag er 2,6 GHz-båndet, altså det som i Norge ble tildelt via en teknologinøytral auksjon i 2007. Det er foreløpig få land i Europa som har gjennomført frekvenstildelinger i dette båndet.

Det finnes i tillegg kommersielle systemer for WiMAX i 2,3 GHz-båndet. Dette systemet benevnes gjerne WiBro, og stammer fra Korea. Også dette båndet er allerede tildelt i Norge, men så vidt vites enda ikke tatt i kommersiell bruk.

Auksjonen i 2,6 GHz-båndet resulterte i at Telenor sikret seg 40 MHz og Craig Wireless Systems 50 MHz landsdekkende uparet spektrum. Dessuten ble NetCom, Hafslund Telekom og Arctic Wireless tildelt regionale lisenser med 10 MHz spektrum. Dette spektret kan benyttes for WiMAX, men er så vidt vi kjenner til ikke tatt i kommersiell bruk i noe omfang.

Kapasitet/ytelse i dag

Fast WiMAX

Fast WiMAX har en viss utbredelse i Norge. Teknologien har ofte blitt valgt for å dekke områder som i utgangspunktet ikke har hatt et bredbåndstilbud. Kapasiteten i en typisk WiMAX-sektor med 3,5 MHz båndbredde i 3,5 GHz-båndet er opptil 11,3 Mbit/s symmetrisk for kunder nært basestasjonen. Symmetrien kan varieres, slik at mer av den totale kapasiteten utnyttes for nedstrøms trafikk og mindre for oppstrøms.

Rekkevidden eller sektorradiusen er avhengig av hvilket kundeplassert utstyr som benyttes. I såkalte line-of-sight-installasjoner monteres en utendørs antenne med fri sikt til operatørens basestasjon hos kunden. I slike tilfeller er rekkevidden 10-15 kilometer med standardutstyr, eller 30-50 kilometer for fullt utstyrte basestasjoner.

I installasjoner hvor kundeutstyret er plassert innendørs hos kunden kan sektorradiusen eller rekkevidden bli redusert helt ned mot 1 til 2 kilometer.

Opplevd kapasitet varierer med antallet aktive kunder i sektoren, men også med avstand. En kunde i ytterkanten av en sektor kan maksimalt oppnå 2,8 Mbit/s symmetrisk.

Telenor og NextGenTel leverer faste WiMAX-tjenester med kapasiteter opptil 3 Mbit/s nedstrøms og 1 Mbit/s oppstrøms.

Mobil WiMAX

Som nevnt er ikke mobil WiMAX tatt i bruk i Norge, til tross for at relevante spektrumstildelinger har funnet sted.

Dagens teknologi for mobil WiMAX er bygget etter IEEE-standarden 802.16e, og har vært kommersielt tilgjengelig fra 2007/2008. Systemets ytelse er – som for andre teknologier for trådløst bredbånd – avhengig av mengde spektrum som operatøren kan benytte. 802.16e standarden er utviklet for båndbredder fra 1,25 MHz til 20 MHz.

Clearwire (USA) hevder at deres WiMax-baserte tjeneste gir en gjennomsnittlig brukeropplevd hastighet på 2-4 Mbit/s med 10 MHz båndbredde. Dette stemmer bra med det WiMAX Forum (FAQ-dokument, juni 2008) oppgir som typiske brukerkapasiteter i et WiMAX-nett, nemlig 1-5 Mbit/s.

Teknologisk utvikling mot år 2015

Systemer basert på neste release av 802.16e (Release 1.5) antas å bli kommersielt tilgjengelige tidligst fra 2010. De forventes å ha ytelser omtrent som HSPA+.

Det pågår også arbeid med en standardisering av neste generasjon mobil WiMAX, benevnt 802.16m. Standarden forventes ferdigstilt mot slutten av 2010, og kommersielle systemer kan tidligst være på markedet i 2012. I øyeblikket må framtiden for denne standarden sies å være svært usikker, tatt i betraktning at "hele mobilverdenen" ser mot LTE og LTE Advanced i dette tidsperspektivet. Utbredelsen av 802.16m i 2015 vil i alle tilfelle være meget begrenset sammenlignet med LTE.

3.3.5 Bredbånd via satellitt

EU tildelte i mai 2009 en Europalicens for satellittbasert bredbåndsaksess. Lisensen gjelder et frekvensområde på 2 x 15 MHz i det såkalte S-bandet. En av forutsetningene for tildelingen var at tjenesten skal settes i drift i løpet av to år. Løsningen skal dekke minst 60 prosent av hvert medlemslands flate, og minst 50 prosent av befolkningen. Med flere medlemsland som nærmeste naboer vil systemet trolig få en viss dekning også i Norge.

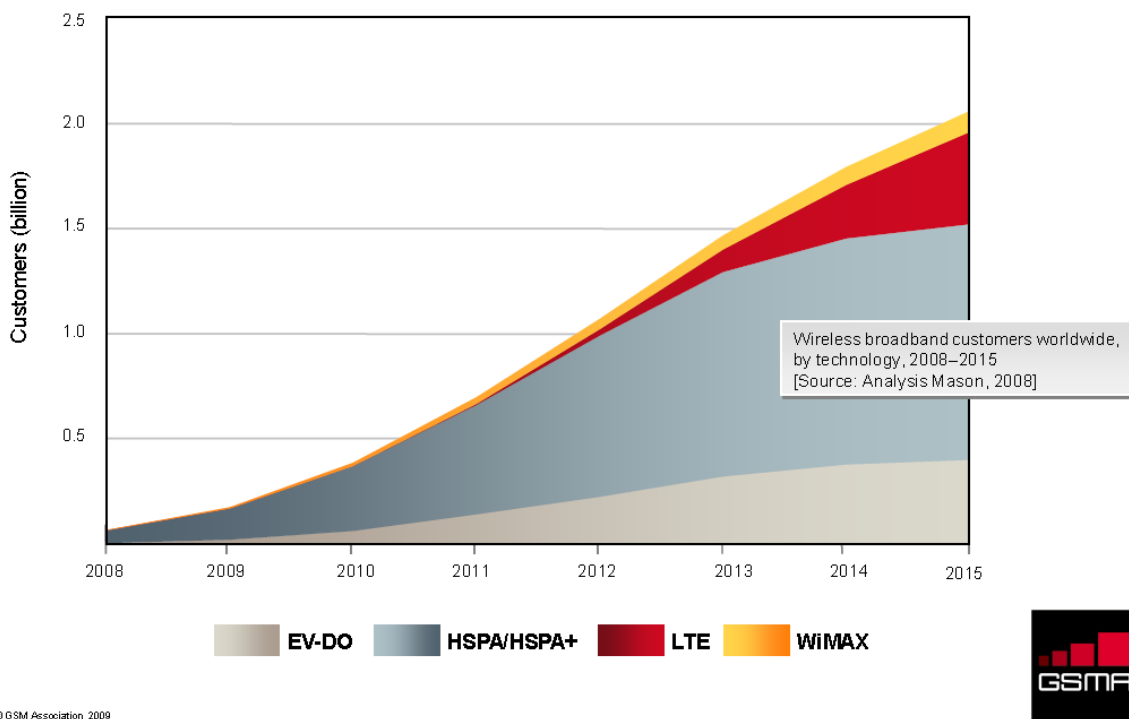
Den tilgjengelige båndbredden i satellittsystemet vil tilsvare båndbredden i en LTE-celle, se kapittel 3.3.2. Dekningsområdet deles opp i mindre områder ved hjelp av "stråler" fra satellitten, som dekker separate områder. Kapasiteten kan dermed gjenbrukes. Til tross for dette vil antallet kunder innenfor hvert slikt dekningsområde være mye større enn tilfellet vil være for en bakkebasert mobilbasestasjon, og kapasitet per bruker vil følgelig være mye lavere. Lignende systemer leverer i dag tjenester som markedsføres med kapasiteter opp mot 2 Mbit/s nedstrøms, og ca. halvparten

oppstrøms. Det er derfor lite trolig at satellittbasert bredbånd vil være en aktuell teknologi bortsett fra for dekning av helt grunnleggende kommunikasjonsbehov med liten kapasitet i spesielle områder.

3.3.6 Oppsummering – trådløse aksessteknologier

Teknologisk utvikling mot år 2015

Figuren nedenfor illustrerer en mulig utvikling globalt mot år 2015 for de omtalte teknologiene for mobilt bredbånd. Vi ser at teknologiene i GSM-familien forventes å dominere sterkt også i år 2015.



© GSM Association 2009

Figur 22: Fordeling av trådløse bredbåndskunder på teknologi i verdensmarkedet.
Kilde: Analysis Mason/GSMA

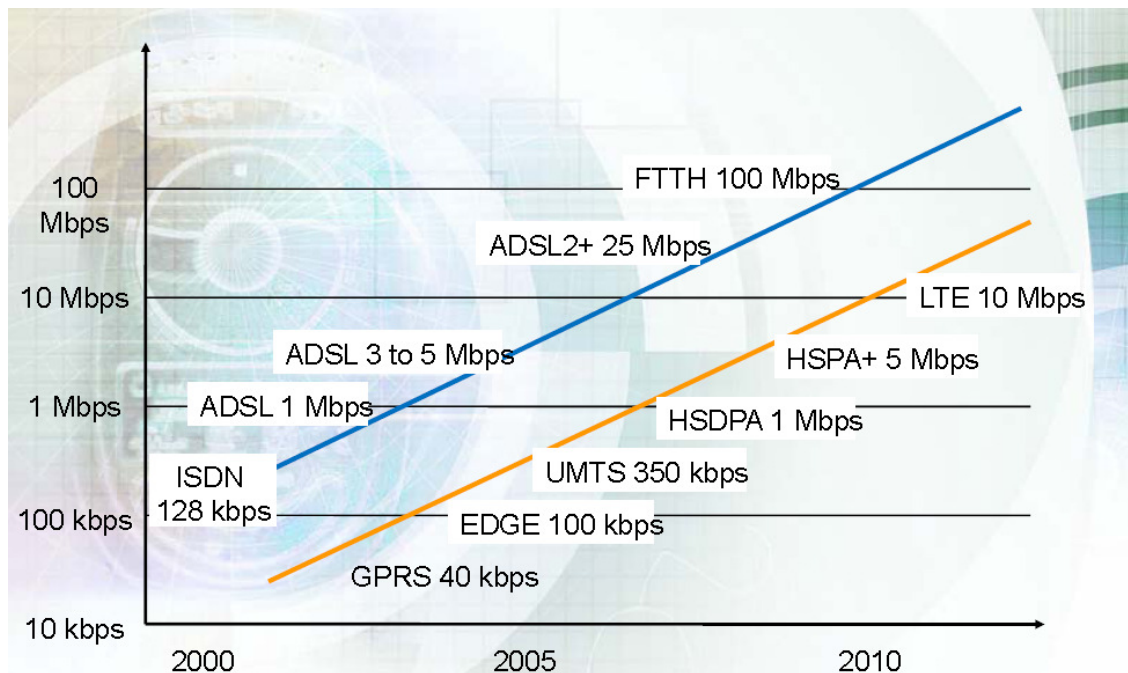
I 2015 vil vi anta at LTE er innført i Norge av så vel Telenor som NetCom, samt av en eventuelle tredje mobiloperatør. Begge disse operatørene har allerede i dag sikret seg spektrum i 2,6 GHz båndet, som gir rikelig med kapasitet, men som ikke er egnet for en mer landsdekkende utbygging. Nøkkelen til dette ligger i spektrum i lavere frekvensområder, først og fremst digital dividende omkring 800 MHz. 900 MHz-båndet vil også måtte brukes til GSM, og kapasiteten for mobilt bredbånd i dette båndet vil derfor være begrenset.

Vi antar at det i år 2015 fortsatt vil finnes et landsdekkende CDMA450-nett i Norge, men markedsandelene for dette systemet vil være begrenset i forhold til HSPA/LTE. Framtiden til mobil WiMAX må ansees som meget usikker, og fast WiMAX vil ha liten utbredelse utover eksisterende installasjoner med lave krav til kapasitet. Bredbåndsaksess via satellitt har store begrensninger på grunn av begrenset båndbredde som skal dekke store landområder.

Typiske brukeropplevde datakapasiteter på 5-10 Mbit/s nedstrøms og 3-5 Mbit/s oppstrøms forventes å kunne bli en realitet i et LTE-nett i 2015.

Kapasitet - mobilt versus fast bredbånd

Historisk har fast bredbånd alltid hatt et solid forsprang i forhold til mobilt bredbånd når det gjelder hvilken kapasitet de ulike teknologier kan tilby. Figuren nedenfor indikerer at slik vil det også bli i framtiden.

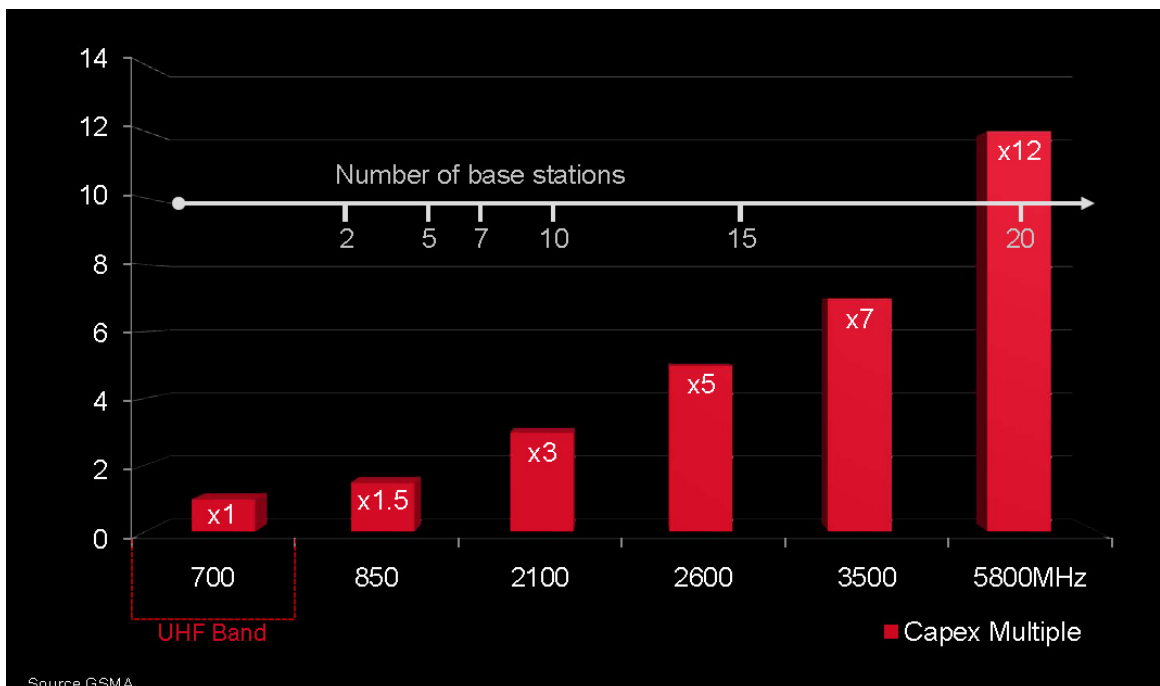


Figur 23: Kapasitetsutvikling - fast og mobilt bredbånd. Kilde: 3G Americas/Rysavi Research)

Figur 23 illustrerer typiske brukeropplevde kapasiteter gitt et lite kapasitetskrevenne bruksmønster, tilsvarende UB1. Ved utbredt bruk av kapasitetskrevenne tjenester som i UB2, eksempelvis overføring av unike videostreamer, vil forskjellen mellom faste punkt-til-punkt-teknologier og trådløse teknologier kunne være større enn figuren indikerer, jf. figur 21.

Betydningen av tilgjengelighet på nytt spektrum

Figur 24 illustrerer avhengigheten mellom frekvensbånd og utbyggingskostnad. Det koster ifølge figuren ca. 5 ganger så mye å bygge mobilt bredbånd i 2,6 GHz-båndet som i området 700 til 800 MHz, altså i området for digital-dividende-spekteret. Eksakt kostnadsforhold vil avhenge av topografi fra land til land, samt hvorvidt det er dekning eller kapasitet som er begrensende for avstanden mellom basestasjonene.



Figur 24: Sammenheng mellom antall basestasjoner / capex og frekvens. Kilde: GSMA

I den delen av digital-dividende-spekteret som ITU har anbefalt reservert for mobilt bredbånd (790 til 862 MHz i Europa) vil det kunne være plass til 2 operatører med 2x 15 MHz hver eller 3 operatører med 2x10 MHz hver. Dette vil kunne gi reelt høykapasitets mobilt bredbånd også i distriktene i Norge. En må anta at LTE ikke vil bli bygget landsdekkende i Norge dersom slikt spektrum ikke blir gjort tilgjengelig for mobiloperatørene.

900 MHz-båndet er også godt egnet til en landsdekkende utbygging, men er dyrere enn digital dividende, og har som tidligere forklart begrenset kapasitet.

3.4 Kommersiell utvikling mot 2015

FTTH

I følge Post- og teletilsynet var det ved årsskiftet 2008/2009 144 000 oppkoblede FTTH-kunder.

Lyse Tele med sine franchisepartnere og Telenor er hovedaktørene i FTTH-markedet i Norge i dag. I tillegg finnes en rekke mindre, regionale aktører, hvorav de fleste er tilknyttet Norsk Bynettforening. Lyse Tele med partnere har i dag majoriteten av de oppkoblede kundene. Telenor har nylig startet salg av FTTH men har ambisjoner om å bli størst i dette markedet.²⁶

HFC

Ved årsskiftet 2008/2009 hadde 321 000 kunder bredbåndsaksess via HFC-nett, jf. PT-statistikk. Dette er kunder knyttet til kabel-TV-nett som har valgt å kjøpe bredbåndsaksess som et tilleggsprodukt. Antall kunder koblet til kabel-TV-nett er

²⁶ Telenor, Digitale Telenett 2009

høyere. De to største kabel-TV-operatørene har samlet ca 770 000 TV-kunder. Inkludert mindre, regionale aktører er i underkant av 1 million norske husstander tilknyttet et kabel-TV-nett. Vi forventer lav vekst i antall tilknytninger til slike nett frem mot 2015. Store deler av disse TV-nettene er imidlertid, eller vil bli, oppgraderte for å muliggjøre bredbåndsaksess, slik at HFC-dekningen øker.

Ved utbygging i nye områder er HFC en kostbar teknologi. FTTH er mer skalerbar for fremtidige oppgraderinger. Telenor velger tilsynelatende FTTH som aksessteknologi når de nå oppgraderer sine bredbåndsnett. Også HFC-operatøren Get har begynt å levere tjenester over FTTH-nett bygget og eid av regionale aktører.

DSL

I motsetning til FTTH- og HFC-markedene er DSL-markedet modent, og kundeveksten har i de siste kvartalene vært negativ etter at antall DSL-kunder var oppe i 950 000 ved slutten av 2007. Vi antar at denne utviklingen vil fortsette de nærmeste årene, da DSL taper kunder til alternative teknologier som FTTH, HFC og mobilt bredbånd.

Til tross for en nedgang i antall aktive DSL-linjer, og også en reduksjon i antall aktive telefonlinjer²⁷, antar vi at antallet installerte telefonlinjer er konstant eller svakt økende. Disse linjene er potensielle DSL-linjer uavhengig av om de er aktive for DSL/telefoni eller ikke, og bidrar dermed til å opprettholde eller øke DSL-dekningen.

GSM/HSPA/LTE

Innen år 2015 må en regne med at LTE er blitt kommersielt tilgjengelig og tatt i bruk i en rekke land. Både Telenor og NetCom har offentliggjort konkrete planer for lansering av LTE i både Norge og Sverige fra år 2010. LTE vil først kun bli benyttet i høytrafikkområder (såkalte hot-spots) i enkelte større byer, men vil, avhengig av tilgjengelighet på egnet spektrum, kunne få utbredelse også utover i distriktene innen 2015. Samtidig vil mindre trafikksterke områder fortsatt være dekket med EDGE, UMTS900, HSPA og HSPA+.

Veien mot LTE vil variere fra operatør til operatør, og spesielt HSPA+ kan være en variant som man velger å "hoppe over".

Det er grunn til å anta at både Telenor og NetCom i år 2015 har UMTS900-nett med tilnærmet like omfattende dekning som deres GSM-nett har i dag. Deler av nettet vil også være oppgradert til HSPA900, med større ytelse, men også større krav til transmisjonstilknytning, med de merinvesteringene dette innebærer.

Siden 900 MHz-båndet innenfor det tidsperspektiv vi snakker om i denne rapporten også vil måtte benyttes til GSM, vil tilgjengelig båndbredde i dette båndet være utilstrekkelig for å kunne utnytte fordelene med LTE. En utbredelse av virkelig høykapasitets mobilt bredbånd utover i distriktene er derfor avhengig av tilgang på alternativt spektrum i lave frekvensbånd, det vil i praksis si digital-dividende-spektrumet.

²⁷ Post- og teletilsynet: "Det norske ekomarkedet 2008", mai 2009

CDMA

Tatt i betraktning dagens lave markedsandel for ICE er det grunn til å anta som hovedhypotese at det norske CDMA450-nettet i år 2015 vil spille en begrenset rolle innen mobilt bredbånd, og at de andre operatørene vil dominere med sine HSPA-/LTE-nett.

På den annen side har ICE-nettet tilnærmet landsdekning i dag, og en løpende dekningsforbedring/fortetning må forventes over tid. Vår hovedhypotese er derfor at vi i 2015 fortsatt vil ha et landsdekkende CDMA450-nett, implementert som Rev. A og/eller Rev. B. På grunn av den begrensede båndbredden vil imidlertid kapasiteten (antall samtidige brukere i et område) være begrenset sammenlignet med HSPA/LTE.

WiMAX

De faste WiMAX-installasjonene som er etablert og etableres i griskrendte strøk antas å bestå frem til andre teknologier som LTE eventuelt dekker de samme områdene.

Storskalafordelene ved å benytte de kommersielle mobilnett-teknologiene til mobilt bredbånd har gjort at få operatører har tatt mobil WiMAX i bruk, selv på global basis. Det er kun Sprint Nextel (USA) av de større mobiloperatørene som har satsset på WiMAX som sin "4G"-teknologi. Framtiden til mobil WiMAX antas derfor i stor grad å avhenge av hvorvidt dette nettet, som implementeres av det sammenslåtte Sprint/Clearwire, blir en kommersiell suksess. Nettet ble åpnet i januar 2009, etter til dels store forsinkelser p.g.a. problemer med å skaffe nødvendig kapital.

Den generelle usikkerheten omkring framtiden til WiMAX, kombinert med det faktum at ingen tilbyr en slik mobil bredbåndstjeneste i Norge i dag til tross for at spektrum er gjort tilgjengelig, gjør at vi som hovedhypotese antar at nett basert på 802.16e (mobil WiMAX) ikke vil ha noen kommersiell utbredelse av betydning i år 2015. De høye frekvensene som benyttes gjør at systemet heller ikke er spesielt godt egnet til å dekke restmarkedet i et land som Norge.

4 Kommersiell dekning i 2015

Med utgangspunkt i våre vurderinger av kapasitetsbehovet i 2015 (kapittel 2) og våre vurderinger av teknologisk utvikling (kapittel 3), vil vi i dette kapitlet anslå omfanget av den kommersielle dekningen i 2015 i de to utviklingsbanene vi har definert i kapittel 2. Dette vil i neste omgang danne grunnlag for kostnadsanalysen av restmarkedet i kapittel 5.

4.1 Metode

Anslagene for den kommersielle dekningen i de to utviklingsbanene er basert på samtaler som vi har hatt med følgende nettutbyggere i løpet av mai måned i år: Telenor (inkludert Canal Digital), Get, Lyse Tele, NextGenTel, Pronea, NetCom og ICE, samt egen analyse.

Når vi skal anslå kommersiell dekning i 2015, har vi i utgangspunktet valgt å benytte samme metodikk som vi har benyttet i Del 1 og som har vært brukt i de senere års dekningskartlegginger som FAD har fått gjennomført. Dette innebærer at vi tar utgangspunkt i den teknologien som antas å ha størst dekning. Deretter estimeres merdekningen fra andre teknologier. Med merdekning menes i denne sammenheng dekning ut over den dekning som teknologien med størst dekning i den aktuelle utviklingsbanen antas å gi.

Vi vil for ordens skyld presisere at vi basert på denne metodikken ikke vurderer totaldekningen for hver enkelt teknologi i de to utviklingsbanene. Totaldekning estimeres bare for den mest utbredte teknologien i hver av utviklingsbanene. For de øvrige teknologiene har vi kun anslått merdekning i de respektive utviklingsbanene.

4.2 Utviklingsbane 1: ”Godt nok?”

Nedstrømskapasitet på 8 Mbit/s og en oppstrømskapasitet på 1 Mbit/s anses som en nedre grense for hva som kan aksepteres av bredbåndskapasitet i denne utviklingsbanen, jf. kapittel 2. Vi legger derfor til grunn at mobilt bredbånd i form av LTE vil være en egnet aksessteknologi i forhold til kapasitetsbehovet i 2015 i denne utviklingsbanen.²⁸ Dette er en sentral premisse for vurderingen av omfanget av den kommersielle dekningen i UB1. Omfanget av LTE-dekningen i 2015 vil imidlertid avhenge av om digital dividende blir benyttet til utbygging av neste generasjons mobilt bredbånd eller ikke. Vi har derfor funnet det hensiktsmessig å ta frem to ulike anslag for den kommersielle dekningen i 2015; et anslag hvor digital dividende benyttes til LTE og et annet anslag som baserer seg på LTE i 2,6 GHz-båndet.

LTE med digital dividende

Basert på vurderingene av LTE-utviklingen i kapittel 3, samt innspill fra mobiloperatørene, anslår vi at ca 90 prosent av husstandene i Norge vil ha LTE-dekning

²⁸ Det anslås at CDMA-nettet ikke vil kunne tilby 8 Mbit/s nedstrømskapasitet og 1 Mbit/s oppstrømskapasitet, ref. teknologikapitlet, og anslag for mobilt bredbånd i UB1 omfatter således kun LTE-dekning

som gir mulighet for 8 Mbit/s nedstrømskapasitet og 1 Mbit/s oppstrømskapasitet i 2015 dersom digital dividende går til utbygging av mobilt bredbånd.

Det anslås videre at med 90 prosent husstandsdekning med mobilt bredbånd vil dekning ut over dette (merdekning) fra DSL, fiber, HFC og fast radioaksess være begrenset. Vi anslår en merdekning fra de faste aksessteknologiene på til sammen 4 prosent, slik at samlet kommersiell dekning kommer opp i 94 prosent.

LTE med 2,6 GHz

Basert på vurderingene av LTE-utviklingen i kapittel 3, samt innspill fra mobiloperatørene, anslår vi at ca 70 prosent av husstandene i Norge vil ha LTE-dekning som gir mulighet for 8 Mbit/s nedstrømskapasitet og 1 Mbit/s oppstrømskapasitet i 2015 dersom digital dividende ikke går til utbygging av mobilt bredbånd, slik at LTE-utbyggingen i hovedsak må baseres på 2,6 GHz-båndet.

Dersom man tar utgangspunkt i 70 prosent husstandsdekning for LTE i 2015, vil ikke LTE nødvendigvis være den aksessteknologien som gir størst kommersiell dekning i 2015. På bakgrunn av egne vurderinger, samt innspill fra DSL-tilbyderne, anslår vi at ca 72 prosent av husstandene kan få DSL-dekning dersom minimumsnivået for kapasiteter er satt til 8 Mbit/s nedstrøms og 1 Mbit/s oppstrøms. DSL-dekningen anslås således å være noe større enn LTE-dekningen i 2015 dersom LTE-utbyggingen må baseres på 2,6 GHz-båndet.

Det anslås imidlertid at LTE vil stå for en betydelig merdekning sammenlignet med DSL-dekningen på grunn av ulike dekningsområder. Vi estimerer denne merdekningen til 9 prosentpoeng, slik at samlet dekning for DSL og LTE utgjør 81 prosent, gitt ovennevnte forutsetninger. Videre anslår vi at fibernett, HFC-nett og fast radioaksess til sammen vil stå for en merdekning ut over DSL og LTE på til sammen 4 prosent, slik at samlet kommersiell dekning kommer opp i 85 prosent.

Dette innebærer at våre anslag tilsier at digital dividende til mobilt bredbånd vil bety at den kommersielle dekningen, gitt kapasitetsbehovet i UB1, øker fra ca 85 prosent til ca 94 prosent sammenlignet med en situasjon hvor LTE-utbyggingen må basere seg på 2,6 GHz-båndet.

Uavhengig av om LTE bygges ut med digital dividende eller baseres på 2,6 GHz-båndet legger vi til grunn at det ikke vil være vesentlige avvik mellom dekningen i privatmarkedet, bedriftsmarkedet og innen offentlig sektor i UB1.

4.3 Utviklingsbane 2: ”En ledende bredbåndsnasjon”

En nedstrømskapasitet på 50 Mbit/s og en oppstrømskapasitet på 10 Mbit/s anses som en nedre grense for hva som kan aksepteres av bredbåndskapasitet i denne utviklingsbanen i 2015, jf. kapittel 2. Da vil mobilt bredbånd kun være et komplementært produkt, og ikke et substitutt til fast bredbåndsaksess. Dette betyr at dekningen for mobilt bredbånd ikke er relevant når kommersiell dekning i 2015 skal anslås for UB2.

Når det gjelder DSL-dekningen reduseres dekningsprosenten vesentlig sammenlignet med UB1. På bakgrunn av vurderingene i kapittel 2 og 3, samt innspill fra DSL-

tilbyderne, anslås det at DSL-dekningen, gitt kapasitetsbehovet i UB2, er på ca 10 prosent av landets husstander.

Hovedaksessteknologiene i denne utviklingsbanen er fibernet og HFC-nett. Vi forventer liten eller ingen netto vekst i kabel-TV-tilknytninger i perioden 2009-2015, men antar samtidig at de aller fleste HFC-nettene vil bli oppgradert til EuroDOCSIS 3.0 innen 2015. Vi legger videre til grunn at disse nettene i det alt vesentlige vil tilfredsstillе minimumskravene i UB2 om 50 Mbit/s nedstrømskapasitet og 10 Mbit/s oppstrømskapasitet. Basert på disse forutsetningene, vurderingene i kapittel 3, samt innspill fra kabel-TV-operatørene anslår vi den kommersielle dekingen av HFC-nett til ca. 45 prosent av landets husstander i 2015.

Rammebetingelsene for fiberutbygging har vært gode i UB2, og utviklingen i kapasitetsbehov har bidratt til å øke takten i utbyggingen sammenlignet med UB1. Vi anslår på denne bakgrunn og basert på vurderingene i kapittel 2 og 3, samt innspill fra fiberaktørene, at den kommersielle fiberutbyggingen vil dekke ca. 35 prosent av landets husstander i 2015.

Vi legger til grunn at HFC- og fiberdekingen til en viss grad vil være overlappende i 2015, slik at samlet kommersiell deking for HFC og fiber vil være ca 70 prosent i UB2. Det antas videre at DSL kan gi en liten merdeking i forhold til HFC og fiber på opptil 2 prosentpoeng, slik at den samlede kommersielle dekingen i kommer opp i 72 prosent.

Som for UB1 legges det også her til grunn at det ikke vil være vesentlige avvik mellom dekingen i privatmarkedet, bedriftsmarkedet og innen offentlig sektor i 2015. Likevel antas det at dekingen i privatmarkedet vil være noe høyere ettersom HFC-nett i liten grad tilbys til virksomheter. På den annen side er det sannsynlig at fiberdekingen blant virksomheter er høyere enn i privatmarkedet. Det er mange årsaker til dette. Virksomheter har ofte høyere betalingsvilje, de er ofte mer sentralt lokalisert og offentlig satsing i UB2 har bidratt til høy fiberdeking til skoler og andre offentlige bygg.

UB1 med digital dividende		UB1 med 2,6 GHz		UB2	
LTE	90 %	DSL	72 %	HFC og fiber	70 %
Ekstra HFC og Fiber	1 %	Ekstra LTE	9 %	Ekstra DSL	2 %
Ekstra DSL	2 %	Ekstra HFC og fiber	3 %		
Ekstra fast radio	1 %	Ekstra fast radio	1 %		
<u>Sum</u>	<u>94 %</u>	<u>Sum</u>	<u>85 %</u>	<u>Sum</u>	<u>72 %</u>

Tabell 3: Kommersiell deking 2015.

5 Kostnadsanalyse - restmarkedet

Målsettingen med kostnadsanalysen er å estimere kostnader forbundet med å gi restmarkedet (det vil si de kundene som ikke vil kunne få et tilbud basert på kommersiell utbygging og drift) tilstrekkelig kapasitet, gitt behovene som er definert i utviklingsbanene. Våre vurderinger av kommersiell dekning i kapittel 4 ligger til grunn.

Vi har beregnet både utbyggingskostnad og tilskuddsbehov:

- Utbyggingskostnad: De totale kostnadene for å etablere tilbudet.
- Tilskuddsbehov: Den andelen av utbyggingskostnaden som bredbåndsutbyggere trenger i tilskudd for å bygge ut restmarkedet.

5.1 Metode

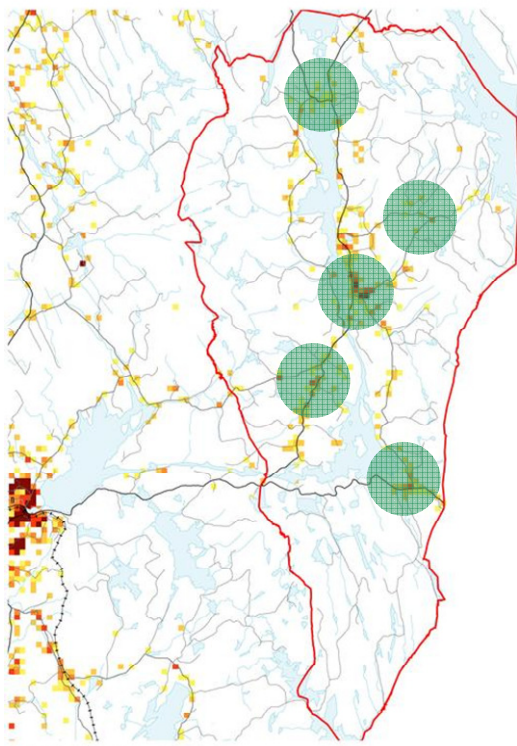
For å anslå utbyggingskostnader har vi benyttet det samme metodeverket som Teleplan og Nexia har benyttet i tilsvarende kostnadsanalyser siden 2001. Vi har tatt utgangspunkt i 15 eksempelkommuner fra ulike deler av landet, som har ulik størrelse, befolkning og befolkningstetthet. For hver kommune har vi tatt fram befolkningskart og plottet dagens bredbåndsdekning samt estimert dekning i 2015. Basert på kombinerte befolknings- og dekningskart har vi gjennomført en overordnet utbyggingsplan med ulike aksessmetoder for hver kommune. Til slutt er kostnadsestimatene ekstrapolert til nasjonalt nivå. Tilskuddsbehovet er lik utbyggingskostnad fratrukket etableringsinntekter og kunde verdi. Kunde verdi er estimert verdi per kunde for kommersiell utbygger, og hensyntar forventede inntekter og driftskostnader.

Eksempelkommuner		
Aremark	Ulstein	Forsand
Halden	Vanylven	Hjelmeland
Berlevåg	Vestnes	Strand
Gamvik	Volda	Nes
Gol	Ålesund	Ål

Tabell 4: Liste over eksempelkommuner

5.1.1 En eksempelkommune – Aremark

For å konkretisere metodikken har vi fått lov av Aremark kommune til å bruke kommunen som et eksempel. Aremark ligger i Østfold fylke og har litt over 1 400 innbyggere. Figur 25 viser et kart over Aremark hvor de små prikkene indikerer en eller flere husstander. De fem grønne sirklene viser estimert dekning fra telesentralene hvor Telenor og Halden Dataservice tilbyr DSL-tjenester. Sirklene er tegnet inn med en radius på 2 kilometer. Brorparten av bygningene som ligger innenfor sirklene, rundt halvparten av alle husstander og bedrifter i kommunen, kan oppnå nedstrøms kapasitet på rundt 8 Mbit/s.



Figur 25: Aremark – Estimert DSL dekning 8 Mbit/s

Kilde: SSB, Telenor, Halden Dataservice, Teleavisen, Nexia analyse

Beregningen av utbyggingskostnader for restmarkedet er basert på følgende fremgangsmåte:

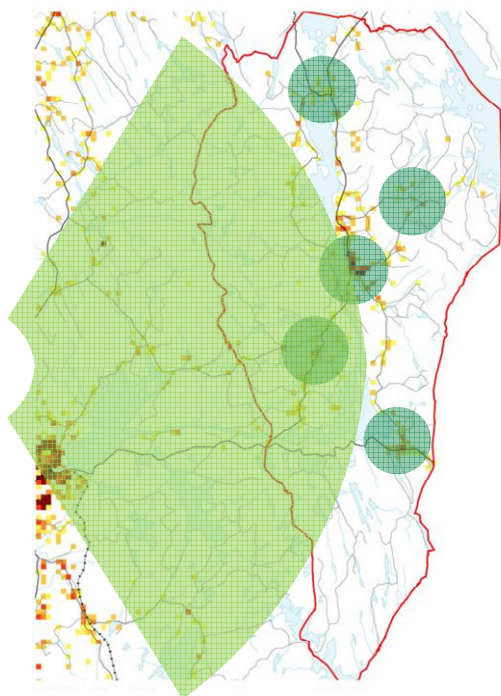
Behov for kapasitet

Vi har i kapittel 2 tatt frem to utviklingsbaner for kapasitetsbehov. I UB1 er kapasitetskravet satt til 8 Mbit/s nedstrøms og 1 Mbit/s oppstrøm, med lavt konsum av kapasitetskrevenne tjenester. I UB2 er kravet 50 Mbit/s nedstrøm og 10 Mbit/s oppstrøm i en situasjon hvor mange brukere samtidig konsumerer kapasitetskrevenne tjenester.

Kommersiell dekning i 2015

I UB1 anslår vi at Aremarks bredbåndsdekning vil være rundt 60 prosent med trådbaserte aksessmetoder som fiber og DSL. Dekningsgraden vil imidlertid øke til rundt 75 prosent dersom vi antar at frekvensene for digital dividende (DD-frekvensene) frigjøres for bruk til mobilt bredbånd. Da vil signalene fra Høyåsmasta i Halden, som vi antar vil bli utbygd kommersielt, nå de østre delene av Aremark slik figur 26 viser.

I UB2 vil dekningen være lavere. Vi har anslått at ca. 15 prosent av husstandene vil ha tilgang til fiber. I tillegg ligger noen få husstander og bedrifter under 500 meter fra en DSL-sentral som kan levere 50 Mbit/s nedstrøms kapasitet.



Figur 26: Aremark – DSL-dekning 8 Mbit/s og mobilt bredbånd i lave frekvenser

Kilde: SSB, Telenor, Halden Dataservice, Teleavisen, Nexia analyse

Størrelse på restmarkedet

Antall husstander og virksomheter som mangler kommersiell dekning i 2015 vil variere mellom UB1 og UB2. I tillegg vil tilgang til radiospektrum være av betydning i UB1. Med tilgang til spektrum i et lavt frekvensbånd som har lang rekkevidde (DD-frekvenser) i UB1 anslår vi at det vil gjenstå rundt 150 husstander og et titalls bedrifter uten dekning. Uten DD-frekvenser vil det være mer enn 30 prosentpoeng flere husstander og bedrifter som vil mangle dekning.

I UB2 trenger litt over 80 prosent av husstander og bedrifter et bedre tilbud enn hva vi regner med at de faktisk vil ha i 2015. Skolen og kommuneadministrasjonen ligger imidlertid sentralt i kommunen og vil trolig ha et kommersielt tilbud med høy nok kapasitet.

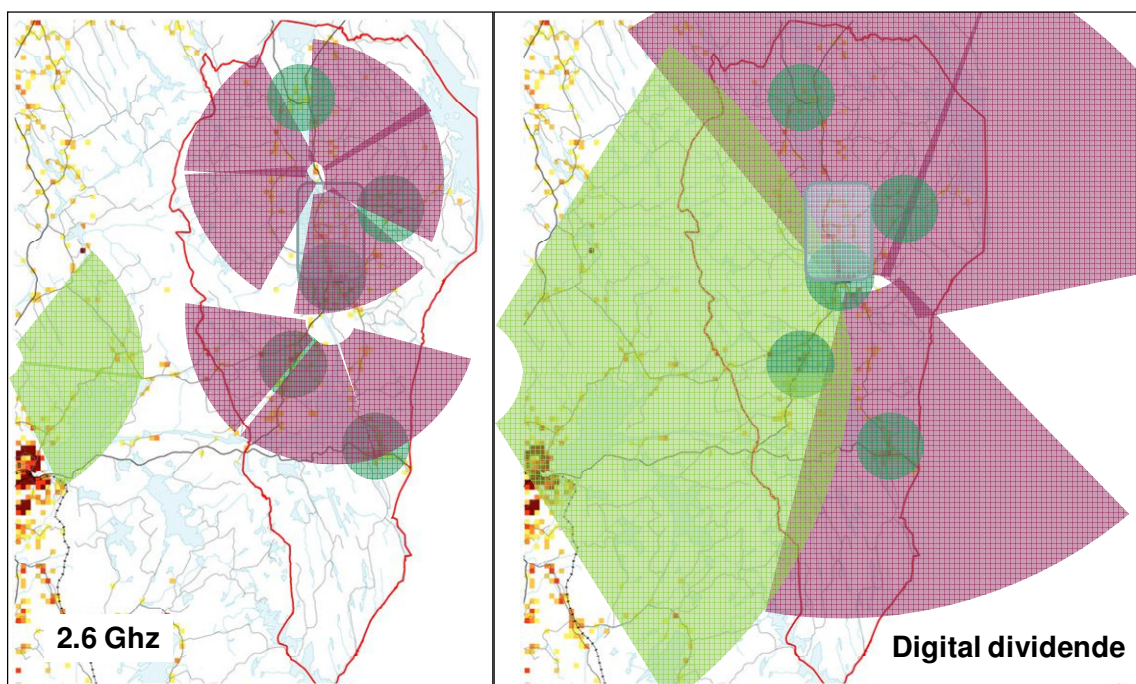
Dekning av restmarkedet

Det finnes en rekke aksessmetoder for bredbånd, og i et topografisk utfordrende land som Norge er de aller fleste tatt i bruk. Valg av aksessmetode kommer særlig an på hvilke behov som skal dekkes og hvilken utbyggings- og driftskostnad som kjennetegner ulike aksessmetoder. De ulike teknologiene for bredbånd er diskutert i kapittel 3.

I UB1 har vi basert kalkylene på utbygging til restmarkedet med mobilt bredbånd (LTE). Innen 2015 anslår vi at LTE kan levere en brukeropplevd kapasitet i henhold til kravene i UB1. LTE har bedre egenskaper for rekkevidde enn DSL som også er et mulig alternativ. Rekkevidden til alle radiobaserte aksessmetoder vil imidlertid variere med hvilket radiospektrum som man får tilgang til. Med DD-frekvenser har vi brukt en rekkevidde med LTE på 17 km. Det mest realistiske alternativet til DD-frekvensene er å

bruke frekvenser i 2,6 GHz-båndet. Rekkevidden i dette båndet er lavere – vi har anslått 6 km.

Figur 27 viser estimert dekning ved utbygging av et LTE-nett i Aremark med og uten tilgang til DD-frekvenser. Ved bruk av DD-frekvenser og 17 km rekkevidde kan man trolig dekke alle bebodde deler av kommunene fra én basestasjon. I tillegg vil deler av kommunen dekkes med signaler fra Høyåsmasta i Halden kommune. Uten DD-frekvenser reduseres rekkevidden fra master i egen kommune og kommunen dekkes ikke lenger av master som står i andre kommuner. Med utbygging i 2,6 GHz-båndet har vi planlagt med to basestasjoner i Aremark kommune. Dette øker både utbyggingskostnad og driftskostnader. Utbyggingskostnad øker fordi man må skaffe tilgang til og bygge en ekstra basestasjon og man må bygge matenett til to basestasjoner i stedet for en. Driftskostnaden øker fordi to basestasjoner må vedlikeholdes i stedet for en.



Figur 27: Aremark – LTE-dekning – med og uten digital dividende

Kilde: SSB, Telenor, Halden Dataservice, Teleavisen, Nexia analyse

I UB2 har vi basert kalkylene på utbygging av restmarkedet med fiber som aksessmetode. Det finnes andre aksessmetoder som også kan dekke kapasitetsbehovene i UB2. HFC-nett og DSL-nett (over korte avstander) er de mest aktuelle, og store deler av den kommersielle, nasjonale dekningen i 2015 vil trolig bli realisert med disse aksessmetodene. For restmarkedet har imidlertid fiber noen åpenbare fordeler: Fiber kan betjene alle segmenter (i motsetning til HFC som primært benyttes i privatmarkedet) og fiber har lenger rekkevidde enn de DSL-variantene som kan levere høye kapasiteter. Fiber anses også som den beste teknologien for fremtidige behov utover 2015. En utbygging basert på VDSL mot restmarkedet vil trolig kreve en kostbar restrukturering av kobbernettet, og man vil være avhengig av Telenors evne og vilje til å gjennomføre dette. En utbygging av fibernetet kombinert med VDSL kan imidlertid være realistisk på plasser hvor kobbernettet ligger gunstig til, og dette kan redusere utbyggingskostnaden.

Et fibernett består av tre hoveddeler:

- *Stamnettet* er forbindelsen inn til kommunen. Aremark har fiber som går gjennom kommunen i dag, men har ikke avtapningspunkt for denne. Forbindelsen inn til kommunen er basert på radiolinjer. Selv om radiolinjer kan levere svært høye kapasiteter har vi antatt at det må etableres en fiberbasert stamnettforbindelse inn til kommunesenteret. Aremark er en av svært få norske kommuner som ikke har tilgang til fiberbasert stamnett.
- *Distribusjonsnettet* er nettet mellom stamnettet og aksessnoder. Vi har regnet med at det må etableres litt over 75 km distribusjonsnett i Aremark for å oppnå full dekning. Til sammenlikning har kommunen ca 85 km med offentlig vei.
- *Aksessnettet* er nettet fra aksessnode og til sluttbruker. Hver sluttbruker har en egen forbindelse til aksessnoden, men dersom man planlegger aksess- og distribusjonsnett på samme tid så kan man redusere utbyggingskostnaden gjennom å legge deler av aksessnettet sammen med distribusjonsnettet. I Aremark har vi antatt at hver udekket husstand trenger 125 meter aksessnett til aksessnode eller nærmeste skjøteboks. I sum blir dette nesten 75 km med aksessnett i kommunen. Anslaget er i utgangspunkt basert på lengden private veier i kommunen (89 km). Vi har imidlertid tatt hensyn til at Aremark har et stort antall hytter (nesten 50 prosent av alle privatbygg i kommunen er hytter) og at disse representerer en stor andel av private veier. Vi har imidlertid lagt på 20 meter per kunde for lengde fra husvegg til vei og antatt at en andel av aksessene må gå helt separat og ikke i fellesføringer. Kostnader for aksessnett er kun regnet med for de som blir kunder. Vi har ikke regnet inn kostnader forbundet med utbygging av aksessnett til husstander og virksomheter som velger å ikke benytte tilbudet.

Kostnad for dekning av restmarkedet i Aremark kommune

Kostnaden vil variere mellom utviklingsbanene. I UB1 vil kostnaden dessuten avhenge av tilgang til radiospektrum. Tabell 5 viser regnestykkene for de ulike alternativene for utbygging i Aremark kommune:

Aremark kommune	UB1		UB 2
	LTE DD	LTE 2,6	
Stamnett og distribusjonsnett	450 000	650 000	20 470 000
Etablere noder / basestasjoner	20 000	520 000	1 000 000
Aksessnett	190 000	550 000	8 080 000
Kundeutstyr, installasjon, salg og planlegging	520 000	690 000	1 980 000
Sum utbyggingskost	1 180 000	2 410 000	31 520 000
Etableringsinntekter	70 000	100 000	1 290 000
Kunde verdi	270 000	360 000	6 460 000
Tilskuddsbehov	840 000	1 950 000	23 770 000
Utbyggingskost per dekket husstand / virksomhet	6 400	10 000	58 000
Tilskuddsbehov per dekket husstand / virksomhet	4 500	8 100	43 000

Tabell 5: Aremark – anslag for utbyggingskostnader og tilskuddsbehov i kroner.

I Aremark kommune er utbygging med LTE 2,6 GHz omtrent dobbelt så dyrt som utbygging med LTE DD. Utbygging med fiber koster over 30 millioner kroner og er langt mer kostbart enn noen av radioalternativene. Det er imidlertid viktig å huske at kapasiteten i fibernett er langt høyere enn hva tilfellet er med LTE-nett. Noe av dette gjenspeiles i forventede etableringsinntekter og kunde verdi. Vi har antatt

etableringsinntekter på henholdsvis 800 og 4 000 kroner for hver LTE-kunde og hver fiberkunde. I tillegg har vi anslått en kunde verdi på henholdsvis 3 000 kroner og 20 000 kroner.²⁹

Tilskuddsbehovet er lik utbyggingskostnad fratrukket etableringsinntekter og kunde verdi. Nivået på tilskuddsbehov varierer også betydelig mellom alternativene. Det er åpenbart at fiberbasert utbygging har det høyeste tilskuddsbehovet – nesten 24 millioner kroner for Aremark kommune alene. Det er verdt å merke seg at tilskuddsbehovet for LTE med DD-frekvensene er under halvparten av tilskuddsbehovet for LTE i 2,6 GHz-båndet. På nasjonalt nivå er denne andelen ennå lavere.

5.1.2 Forutsetninger og avgrensinger

I arbeidet med kostnadsmodelleringen har vi tatt en rekke forutsetninger og avgrensinger. Dette kapitlet beskriver de viktigste.

Om husstander, bedrifter/virksomheter og skoler. Skoler er avgrenset til grunnskoler og videregående skoler. Vi har ikke tatt med privatskoler og friundervisninger. I privatmarkedet har vi ikke tatt med fritidsboliger.

Om dagens og framtidig bredbåndsdekning. Vi har brukt dekningsdata fra kapittel 4. Generelt har vi antatt at det ikke er nødvendig å bygge ny dekning i områder hvor vi har estimert at det finnes dekning i dag som oppfyller kapasitetskrav. Vi har for hver eksempelkommune estimert dekning i 2015. Disse estimatene er basert på anslagene på landsbasis, vår kjennskap til lokal dekning og planer for framtidig utbygging i hver kommune.

Om kostnadsestimater og utbygging. Vi har tatt utgangspunkt i dagens utstys- og tjenestepriser. Der hvor vi har grunn til å tro at disse kostnadene vil endre seg innen 2015, eksempelvis for LTE aksessradioer, har vi justert kostnaden. Vi har også gjort noen forutsetninger på teknologisk utvikling som er beskrevet for hver aksessmetode i kapittel 3. Vi har ikke tatt spesielle hensyn til at en nasjonal utbygging kan føre til økte priser på viktige kostnadselementer som planlegging av nett og montasje av utstyr.

Om parallellutbygging. Vi har forutsatt at det kun bygges ett bredbåndsnett som betjener både privathusholdninger og virksomheter i områder uten estimert kommersiell dekning i 2015. Kostnaden for å bygge flere nett ville blitt atskillig høyere. Vi har også antatt at utbygger er en eksisterende nettoperatør med tilgang til grunnleggende nettverksressurser.

Andre forutsetninger beskrives spesifikt for hver utviklingsbane.

5.2 Utbygging av restmarkedet – UB1

5.2.1 Kostnad og rekkevidde

Utbygging av et LTE-nett består av flere elementer. En utbygger må sørge for tilknytning til stamnett, bygge eller skaffe tilgang til basestasjoner og sette opp samband mellom basestasjoner og stamnett. Videre trengs aksessradioer som kobles til antenner

²⁹ For virksomheter har vi anslått 40 000 kroner som verdi per kunde.

som monteres i basestasjonen. Det er også nødvendig å skaffe tilveie sluttbrukerutstyr (LTE-modem).

Vi har, med noen få unntak, antatt at det er nok kapasitet i stamnettet inn til kommunen, og har derfor ikke kalkulert med kostnader forbundet med oppgradering av transportnett.

Det finnes tre måter å skaffe til veie basestasjoner: Man kan bygge, leie, eller låne. I rundt 40 prosent av tilfellene³⁰ har vi antatt at man må bygge en mast til en kostnad på 250 000 kroner. Da har vi regnet med en mast som er minst 30 meter høy og inkludert montering. På de andre stedene har vi regnet med at man kan leie tilgang eller låne tilgang. Mange kommuner har allerede bygd master for egne radionett, og når disse stilles til disposisjon til en utbygger vil det redusere utbyggingskostnaden.

Det er nødvendig å knytte basestasjonene til transportnett eller andre basestasjoner. Vi har antatt at hvert samband koster 250 000 kroner for punkt-til-punkt radioutstyr med høy kapasitet. Vi har generelt antatt at det må etableres et nytt intrakommunalt matenett til alle basestasjoner. I virkeligheten finnes det en god del eksisterende infrastruktur som kan benyttes. Vi har anslått en kostnad i 2015 på 5 000 kroner per antenne og 175 000 kroner per aksessradio. Vi har også lagt til grunn at en aksessradio kan støtte to antenner dersom forholdene ellers ligger til rette for det.

Vi har regnet med en kostnad per LTE-modem på 800 kroner. I tillegg har vi regnet med at 25 prosent av kundene vil trenge en egen minimast eller ekstern antenne for å få god signalstyrke. For alle brukere har vi antatt en egenbetaling på 800 kroner.

5.2.2 Modellresultater

Kostnaden for eksempelkommunene

Vi har utarbeidet en kostnadskalkyle for de 15 eksempelkommunene. Kostnadskalkylen er utarbeidet på samme måte som for Aremark kommune.

Tabell 6 viser estimerte utbyggingskostnader for UB1 med bruk av hhv. DD-frekvenser og 2,6 GHz-frekvenser. Kostnaden for LTE-utbygging i eksempelkommunene varierer mellom ca 16 og ca 54 millioner kroner. Kostnaden per dekket husstand/virksomhet i restmarkedet er mellom 5 200 og 6 300 kroner. Dette er utgangspunktet for de nasjonale anslagene. Årsaken til at forskjellen per dekket husstand/bedrift er relativt liten med og uten tilgang til DD-frekvensene er at restmarkedet som skal dekkes er større uten tilgang til DD-frekvensene.

³⁰ 40% gjelder med bruk av 2,6 GHz. Med bruk av DD-frekvenser har vi brukt en noe lavere andel fordi muligheten for gjenbruk av eksisterende basestasjoner er høyere.

UB1 - Kostnader blant eksempelkommuner	LTE DD	LTE 2,6
LTE utbygging		
Stamnett + Distribusjonsnett	4 300 000	12 100 000
Etablere noder / basestasjoner	1 600 000	10 300 000
Aksessnett	3 800 000	15 300 000
Kundeutstyr, installasjon, salg & planlegging	9 400 000	23 600 000
Sum utbyggingskost LTE	19 000 000	61 200 000
LTE - utbyggingskost per dekket husstand/bedrift	5 200	6 300

Tabell 6: Eksempelkommuner – anslag for utbyggingskostnader i kroner.

Kostnader på nasjonalt nivå

Som vist i tabell 7 anslår vi en samlet utbyggingskostnad på mellom 730 og 2190 millioner kroner i UB1. Årsaken til den store variasjonen i anslagene er usikkerhet rundt hvilke radiofrekvenser operatørene kan bygge med. Med bruk av DD-frekvenser anslår vi utbyggingskostnaden for å dekke restmarkedet i 2015 til å være litt over 700 millioner kroner. Det er rundt en tredjedel av anslått utbyggingskostnad dersom 2,6 GHz-båndet benyttes. Det er særlig to årsaker til at utbyggingskostnaden er så mye høyere med 2,6 GHz: Antall som skal dekkes og kostnad per dekket husstand/bedrift. Med LTE i 2,6 GHz-båndet anslår vi en kommersiell dekning på rundt 85 prosent. Det betyr at rundt 350 000 husstander og bedrifter trenger tilskudd for å få dekning. Med digital dividende anser vi at kommersiell dekning vil være høyere (94 prosent) og at langt færre derfor vil trenge tilskudd for å få dekning. I tillegg er utbyggingskostnaden per husstand som trenger dekning lavere med DD-frekvenser. Med 17 km rekkevidde på LTE trengs det færre basestasjoner, færre radiolinjer og mindre utstyr enn hva som er nødvendig i 2,6 GHz-alternativet.

UB1 - nasjonalt restmarked	LTE DD	LTE 2,6
Kommersiell dekning 2015	94 %	85 %
Antall husstander og virksomheter uten dekning	140 000	350 000
Kostnad per dekket husstand/virksomhet	5 200	6 300
Utbyggingskost UB1 (NOK mill)	730	2 190
Etableringsinntekter	60	140
Kunde verdi	210	520
Tilskuddsbehov UB1 (NOK mill)	470	1 540

Tabell 7: Anslag for nasjonale utbyggingskostnader og tilskuddsbehov i mill. kroner

Utbyggingskostnad er imidlertid ikke det samme som tilskuddsbehov. Det er vanlig at brukerne betaler en etableringskostnad for å få tilgang til bredbånd. I tillegg vil hver kunde generere en positiv kontantstrøm for utbygger og dermed representere en kunde verdi. Både etableringsinntekter og kunde verdi er trukket fra utbyggingskostnaden for å anslå tilskuddet som operatøren trenger for at utbyggingen skal være kommersielt interessant. Med tilgang til DD-frekvenser blir estimert tilskuddsbehov for full dekning med LTE rundt 470 millioner kroner. Tilsvarende tall for LTE i 2,6 GHz-båndet blir 1 540 millioner kroner.

Kostnader på fylkeskommunalt nivå

Utbyggingskostnaden vil variere fra fylke til fylke. Først og fremst vil kommersiell dekningsgrad være ulik slik at størrelsen på restmarkedet varierer. I tillegg er det forskjeller i utbyggingskostnader. Typisk vil fylker med lavt areal, høy befolkningstetthet og/eller en topografi som egner seg for radiobasert utbygging ha lavere utbyggingskostnader enn fylker med stort areal, lav befolkningstetthet og/eller en topografi som gjør det vanskelig med trådløs dekning.

Vi har for hvert fylke estimert en utbyggingsindeks som kombinerer de ovennevnte variablene, og brukt denne til å beregne fylkesvis utbyggingskostnad. Vi vil understreke at de fylkesvise estimatene er mer usikre de nasjonale, særlig på grunn av usikkerhet knyttet til fylkesvis LTE dekning. Vi anser at estimatene som vises i tabellen nedenfor, også gir en grov indikasjon på hvordan tilskuddsbehovet er fordelt mellom fylkene.

Fylke	Andel
Østfold	4 %
Akershus	6 %
Oslo	1 %
Hedmark	7 %
Oppland	9 %
Buskerud	5 %
Vestfold	3 %
Telemark	4 %
Aust-Agder	4 %
Vest-Agder	5 %
Rogaland	2 %
Hordaland	3 %
Sogn og Fjordane	10 %
Møre og Romsdal	4 %
Sør-Trøndelag	4 %
Nord-Trøndelag	6 %
Nordland	11 %
Troms	7 %
Finnmark	6 %
Sum	100 %

Tabell 8: Fordeling av utbyggingskostnad (LTE-utbygging) – fylkeskommuner

5.3 Utbygging av restmarkedet – UB2

5.3.1 Kostnadselementer

Vi har delt kostnadsmodelleringen av fibernett opp i fire deler: Utbygging av stamnett og distribusjonsnett ut til fibernoder, etablering av noder, utbygging av aksessnett fra node til sluttkunde og installasjon av kundeutstyr.

Et par av eksempelkommunene antas ikke å ha fiberbasert stamnett i 2015. Dette er en forutsetning i UB2, og vi har derfor lagt til en kostnad for utbygging av dette. Distribusjonsnettet er det intrakommunale nettet mellom fibernoder og nettet mellom fibernoder og skjøtebokser.

Vi har kommet frem til lengden på distribusjonsnettet på følgende måte:

- Vi har tatt utgangspunkt i antall meter offentlig vei
- Vi har så trukket fra veistrekninger som allerede er kommersielt utbygd med fiber
- Til slutt har vi trukket fra ubebodde veistrekninger som ikke er nødvendige for å nå andre områder med fiber.

Vi har lagt til grunn en kostnad per meter i distribusjonsnettet på 200 kroner. Dette er lavere enn hva en normal kostnad er i urbane strøk, men en realistisk kostnad i mer grisgrendte strøk som restmarkedet i stor grad består av. Offentlige myndigheter kan påvirke denne kostnaden, jf. kapittel 5.3.2.

Vi har regnet med en kostnad på en halv million kroner for etablering av hver fibernode. En fibernode kan betjene opptil 2500 kunder, mens blant eksempelkommunene er gjennomsnittlig antall kunder per fibernode noe under 400. Årsaken til dette er at vi har regnet en maksimum rekkevidde på 10 km radius fra hver fibernode, og dette medfører en lavere kunde/node ratio enn hva man kan legge til grunn i tettbygde strøk. I kommuner hvor det estimeres fiberbasert tilbud i 2015, har vi regnet med at eksisterende noder kan benyttes. For noen kommuner betyr dette at vi ikke har regnet inn etablering av nye noder.

I aksessnettet som forbinder sluttbrukere med fibernoder har vi også brukt en framføringskostnad på 200 kroner per meter. For å estimere lengden på aksessnettet har vi benyttet to metoder:

I den første metoden har vi tatt utgangspunkt i lengden på private veier i hver kommune. I tillegg har vi gjort følgende justeringer:

- Justert for andel fritidsboliger i kommunen (som ikke er en del av utbyggingen)
- Anslått en andel, vanligvis 25 prosent av alle aksesser, som må gå separat og ikke i fellesføringer
- Lagt på 20 meter per husstand/bedrift som trenger tilknytning
- Estimert aksesslengde for husstander og bedrifter som har kommersiell dekning i 2015

På denne bakgrunn får vi en estimert lengde på det totale aksessnettet som deles på antall tilknytninger.

I den andre metoden har vi tatt utgangspunkt i lengden på distribusjonsnettet. Så har vi regnet inn plassering av skjøtebokser (hvor kundeaksesser kan tilkobles) med et visst mellomrom i de områder hvor det finnes bebyggelse. Avstanden mellom skjøteboksene varierer fra kommune til kommune og er basert på befolkningstetthet. Videre har vi estimert avstand mellom sluttbruker og skjøteboks ved å regne ut gjennomsnittlig lengde langs vei og legge på et antall meter for å nå gjennom tomt og inn til bygningsvegg. I de tilfellene hvor det er ulikheter mellom de to ovennevnte metodene har vi brukt midtpunktet mellom hvert estimat.

Estimatene stemmer relativt godt med faktiske utbygginger som vi har erfaringstall fra. Gjennomsnittlig antall meter aksessnett varierer mellom eksempelkommunene, fra 50 meter per kunde i Ålesund kommune til 180 meter i Forsand kommune. Vi har også regnet inn en kostnad på 3 500 kroner per kunde for installasjon og kundeutstyr, en

salgskostnad på 2 000 kroner per kunde, og 200 000 kroner til planlegging av fibernettet i hver kommune.

5.3.2 Modellresultater – UB2

Kostnader for eksempelkommunene

Tabell 9 viser en estimert utbyggingskostnad i 15 eksempelkommunene på nesten 700 millioner kroner. Av dette representerer framføring av fiber (i form av transportnett og aksessnett) nesten 90 prosent av kostnadene. Kostnaden per dekket enhet i restmarkedet er rundt 35 000 kroner. Vi kan imidlertid ikke regne med at alle benytter seg av muligheten til å knytte seg til fibernettet. Med en tilknytningsgrad på 60 prosent blir utbyggingskostnad per kunde nesten 60 000 kroner.

Eksempelkommuner UB2	NOK mill	Andel
Stamnett og distribusjonsnett	396	57 %
Etablere fibernoder	15	2 %
Aksessnett	218	31 %
Kundeutstyr, installasjon, annet	68	10 %
Sum utbyggingskost (Mill NOK)	697	100 %

Utbyggingskost per dekket hus/virksomhet (NOK)	36 000
Utbyggingskost per kunde (NOK)	59 000

Tabell 9: Eksempelkommuner – anslag for utbyggingskostnader

Kostnader på nasjonalt nivå

Vi har estimert kommersiell dekning i UB2 til rundt 72 prosent. Dette betyr at rundt 650 000 husstander og virksomheter vil stå uten tilbud om tilstrekkelig bredbåndskapasitet i 2015. Med en utbyggingskostnad per dekket enhet på rundt 35 000 kroner blir estimert nasjonal utbyggingskostnad litt over 23 milliarder kroner for å dekke det nasjonale restmarkedet i 2015, som vist i tabell 10. Når vi trekker fra forventede etableringsinntekter og kunde verdi blir tilskudsbehovet rundt 13,6 milliarder kroner. Dette tilsvarer et tilskudsbehov per dekket enhet på rundt 20 000 kroner.

UB2 - Nasjonalt restmarked	Lavkost	Normal
Dekning 2015	72 %	72 %
Antall uten dekning	653 000	653 000
Kost per dekket husstand/bedrift (NOK)	25 000	36 000
Antall kunder	387 000	387 000
Utbyggingskost per kunde (NOK)	43 000	61 000
Utbyggingskost (NOK mill)	16 600	23 400
Etableringsinntekter (NOK mill)	1 000	1 500
Kunde verdi (NOK mill)	8 300	8 300
Tilskuddsbehov (NOK mill)	7 400	13 600

Tabell 10: Anslag for nasjonale utbyggingskostnader og tilskuddsbehov

Om hvordan utbyggingskostnaden i UB2 kan reduseres

I kapitlet over regnet vi oss fram til en utbyggingskostnad per dekket husstand og virksomhet til rundt 36 000 kroner. Vi har imidlertid innhentet informasjon fra operatører som har bygd fiberbasert bredbånd i grisgrendte kommuner til en mye lavere kostnad per enhet enn hva våre estimater tilsier. Det finnes noen fellestrekk for slike kostnadseffektive fiberprosjekter:

For det første kjennetegnes slike prosjekter av at den aktuelle kommunen har lagt forholdene til rette for en kostnadseffektiv utbygging. Mange kommuner setter eksempelvis krav om at alle som får gravetillatelse plikter å legge ned et trekkør for fiber samtidig med annen graving. Når en slik praksis har fått virke i noen år vil det redusere framføringskostnaden for fiber vesentlig. Dersom Aremark kommune på denne måten eksempelvis sørger for at 25 prosent av distribusjonsnettet vil koste 15 kroner per meter i stedet for 200 kroner per meter vil dette redusere utbyggingskostnaden i Aremark kommune med nesten 3 millioner kroner. Dersom alle kommuner gjør det samme, vil nasjonal utbyggingskostnad reduseres med nesten 2 milliarder kroner.

Et annet kjennetegn er at sluttbrukerne involveres i utbyggingen. Mange fibernetter er bygd på dugnad hvor kunden selv er ansvarlig for framføring av aksessnett. Dersom eksempelvis 75 prosent av aksessene kan realiseres på denne måten vil estimatet for nasjonal utbyggingskostnad reduseres med nesten 5 milliarder kroner. Med redusert kostnad for distribusjonsnett og aksessnett kan tilskuddsbehovet nesten halveres til litt over 7 milliarder kroner.

I tillegg er det av stor betydning for kostnadsnivået at utbygger i restmarkedet betjener alle kundegrupper. En fiberbasert utbygging som kun er ment for bedriftsmarkedet/offentlig sektor, eller kun er ment for privatmarkedet vil bli langt dyrere enn en felles utbygging.

Kostnader på fylkeskommunalt nivå

Som i UB1 vil utbyggingskostnaden variere fra fylke til fylke i UB2. På samme måte som i UB1 har vi tatt fram en fylkesvis utbyggingsindeks for å hensynta forskjeller i utbyggingskostnader. For fiberbasert utbygging i UB2 har vi imidlertid brukt andre parametre enn i UB1. Kostnaden for fiberbasert utbygging drives primært av antall meter med fiber som må framføres. Derfor har vi brukt lengde på vann- og avløpsnett

(som et anslag på lengde på distribusjonsnett), lengde på private veier (som et anslag på lengde på aksessnett) og andel befolkning i tettbygde strøk som parametre i utbyggingsindeksen. Vi vil understreke at de fylkesvise estimatene er mer usikre de nasjonale, særlig på grunn av usikkerhet knyttet til kommersiell dekning. Vi anser imidlertid at estimatene, som vises i tabellen nedenfor, også gir en grov indikasjon på hvordan tilskuddsbehovet er fordelt mellom fylkene.

Fylke	Andel
Østfold	6 %
Akershus	9 %
Oslo	3 %
Hedmark	8 %
Oppland	11 %
Buskerud	6 %
Vestfold	4 %
Telemark	3 %
Aust-Agder	4 %
Vest-Agder	3 %
Rogaland	3 %
Hordaland	9 %
Sogn og Fjordane	4 %
Møre og Romsdal	7 %
Sør-Trøndelag	5 %
Nord-Trøndelag	4 %
Nordland	5 %
Troms	3 %
Finnmark	2 %
Sum	100 %

Tabell 11: Fordeling av utbyggingskostnad UB2 - fylkeskommuner

5.4 Data og datakilder

Kostnadsanalysen er basert på to typer datakilder: Ekspertintervjuer og sekundærdata. I arbeidet med rapporten gjennomførte vi intervjuer med sentrale aktører, som inkluderer BaneTele, Pronea, Telenor, Lyse Tele, NextGenTel, ICE, NetCom og EnTel.

I tillegg har vi brukt en rekke sekundærdata i forbindelse med rapporten. Detaljert informasjon om norske grunnskoler er tilgjengelig fra Grunnskolens Informasjonssystem på Internett. SSB har vært en verdifull kilde for informasjon om norske kommuner. Vi har brukt flere kartkilder, særlig Google Earth og Norgesglasset, i forbindelse med utbyggingsplanene. Vi har også brukt offentlig tilgjengelige rapporter, kommunale planer og lokale medieoppslag som sekundærkilde.

5.5 Datakvalitet

Metodeverket som vi har benyttet er i hovedsak lik metodikken som Teleplan og Nexia har benyttet ved tilsvarende analyser i 2002, 2005 og 2007. I ettertid har kostnadsestimatene vist seg å være relativt gode i forhold til kostnadene for å oppnå

tilnærmet full dekning. Det er imidlertid mange elementer som er forbundet med usikkerhet. Nedenfor drøftes kort noen av de viktigste.

Faktisk dekning på kommunalt nivå i eksempelkommunene kan avvike. En viktig del av nettverksplanen består i å plote dagens dekning, oftest oppgraderte DSL-sentraler, på kommunekartet. Vi kjenner ikke faktisk plassering av alle sentralene. Der hvor vi ikke kjenner eksakt plassering, har vi tatt utgangspunkt i navnet på sentralen som vanligvis er navnet på en vei eller en bygd. Det er derfor ikke sikkert at DSL-sentralene er plassert riktig på kommunekartene. Det er heller ikke sikkert at våre antagelser om DSL-dekning i luftlinje (i forhold til lengde på kobberkabel) er korrekte. Anslaget på antall oppgraderte sentraler i eksempelkommunene er imidlertid rimelig sikkert.

Befolkningskart kan avvike. Befolkningskartene er basert på Folke- og boligtellingsen som SSB gjennomførte i 2001. Hvert år flytter litt over 10 prosent av Norges befolkning. Kommunene med størst nettoutflytting i forhold til folketallet har de siste årene i hovedsak vært mindre kommuner i distriktene, særlig kyst- og skogskommuner. Det er derfor mulig at vi har planlagt dekning til ubebodde boliger.

Framtidig dekning på kommunalt nivå i eksempelkommunene kan avvike. For hver eksempelkommune har vi tegnet inn antatt dekning på en rekke aksessmetoder og i de to utviklingsbanene i 2015. Selv om vi har innhentet informasjon fra aktuelle operatører og forsøkt å forstå bredbåndssituasjonen i hver kommune er det er liten grunn til å tro at våre anslag vil være helt korrekte sammenlignet med den faktiske situasjonen i 2015.

Utbyggingsplanen kan avvike. Utbyggingsplanen er gjennomført uten bruk av avanserte verktøy for nettplanlegging og uten å faktisk ha besøkt hver kommune. Selv om vi har brukt satellittbilder for å få en grov oversikt over topografien i de ulike kommunene, er det sannsynlig at en faktisk nettverksplan vil avvike fra den som vi har tatt fram. Den mest usikre variabelen for radiobasert aksess er rekkevidde fra basestasjon. For LTE har vi brukt en gjennomsnittlig rekkevidde på 17 km ved bruk av DD-frekvensene og 6 km med bruk av 2,6GHz-frekvensen.

Kostnadsestimater på nasjonalt nivå kan avvike. Kostnadsestimatene for utbygging med LTE og fiber er basert på de 15 eksempelkommunene. Det er ikke sikkert at resultatene er representative på nasjonalt nivå. Vi har forsøkt å velge eksempelkommuner som representerer et Norge i miniatyr.

Kostnader for drift er ikke inkludert i kostnadsmodellen. I grisgrendte strøk kan årlige driftskostnader per kunde i mange tilfeller være høyere enn årlige inntekter. Våre anslag for utbyggingskostnad reflekterer derfor ikke nødvendigvis det samlede kapitalbehovet for å levere bredbåndstjenester i udekkede områder.