



■ ■ ■ ■ En Rapport for
IT & Telestyrelsen



IT- og Telestyrelsen

Ministeriet for Videnskab
Teknologi og Udvikling


Åbning for adgang til bredbånd via kabel-tv
infrastrukturen på engrosmarkedet for
bredbåndstilslutninger (marked 5)

11/06 2009

Engagement: 222702310

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	2
Analyse	5
1.0 Metode.....	5
2.0 Internationale eksempler	5
3.0 YouSee's kabel-tv infrastruktur	6
3.1.1 Frekvensudnyttelse	9
3.2 De enkelte komponenter i arkitekturen.....	9
3.2.1 MPEG-stationer.....	10
3.3 Net med delt ejerskab.....	11
3.4 Samlede observationer vedrørende YouSee's infrastruktur.....	12
4.0 Mulige engrosprodukter på bredbånd via kabel-tv nettet.....	12
4.1.1 Produkt 1: RF-channel access	13
4.1.2 Produkt 2: Decentral bitstream.....	14
4.1.3 Produkt 3: Central bitstream.....	15
4.1.4 Produkt 4: Resale af ledig kapacitet i kabel-tv nettet	16
4.2 Produkter som kan differentiere ISP'er overfor slutkunder.....	16
4.2.1 IPTV eller OTT-TV.....	16
4.2.2 IP-telefoni	19
4.3 Problemstillinger i forbindelse med etablering af engrosbredbåndsprodukter på kabel-tv net.....	19
4.3.1 Administrative og operative processer og systemer.....	20
4.3.2 Kapacitetsstyring og udvikling af nettet.....	21
4.3.3 Bredbånd med eller uden tv-signal.....	22
4.3.4 Dynamisk eller statisk deling af frekvenser i HFC nettet	24
4.3.5 Blandede øer.....	25
5.0 Økonomiske konsekvenser af de tekniske løsninger	26
5.1 Nødvendige investeringer ved produkt 1	26
5.2 Nødvendige investeringer ved produkt 2, 3 og 4.....	27
5.3 Investeringer i udbygning af HFC-kapaciteten	28
5.4 Påvirkninger af driftsomkostninger	29
6.0 Samlet vurdering af produkter	30
Bilag 1: Forskellige modeller for fiber.....	33
Bilag 2: Anvendte forkortelser i rapporten.....	33



■ ■ ■ ■ **Sammenfatning**

Sammenfatning

ITST overvejer at pålægge TDC at tilbyde sin kabel-tv infrastruktur til andre udbydere af bredbåndsløsninger, således at forpligtelsen til at give adgang for engrosbredbånd udvides fra kobber til også at omfatte kabel-tv nettet. I den forbindelse har ITST bedt Gartner undersøge følgende tekniske og økonomiske spørgsmål:

- Hvilke produkter vil det med baggrund i en teknisk analyse være muligt at udbyde på et engrosmarked for bredbånd via kabel-tv infrastrukturen?
- Hvilke investeringer i teknologi vil være nødvendige for at realisere dette?
- Hvilke investeringsmæssige og løbende konsekvenser vil udbuddet af engrosprodukter have for TDC?

Gartner opstiller i analysen fire mulige engrosprodukter:

Produkt 1: Decentral Bit-stream access med statisk deling af kapacitet i YouSee's infrastruktur. Hver ISP tildeles et frekvensspektrum i infrastrukturen, hvis anvendelse styres af ISP'en.

Produkt 2: Decentral Bit-stream access med dynamisk deling af kapacitet i YouSee's infrastruktur. YouSee og ISP deler dynamisk frekvensspektret i infrastrukturen og ISP'en får adgang til at styre trafik decentralt i 35 opsamlingspunkter.

Produkt 3: Central Bit-stream access med dynamisk deling af kapacitet i YouSee's infrastruktur. Som produkt 2 men med ét centralt opsamlingspunkt for trafik.

Produkt 4: Gensalg af YouSee's produkter. ISP'er gensælger de produkter, som YouSee tilbyder.

Samlet set må produkterne 2, 3 og 4 betegnes som mere attraktive end produkt 1, fordi de giver en væsentlig bedre udnyttelse af kapaciteten i YouSee's infrastruktur og fordi produkt 1 vil være vanskeligt at styre effektivt som marked.

Produkt 2 og 3 varierer kun i forhold til, om en ISP får adgang til trafikken centralt eller decentralt og produkt 2 vil derfor være attraktivt for virksomheder med allerede eksisterende infrastruktur og adgang til Internet. Vælges produkt 2, gives der mulighed for decentral tilgang til trafik.

Valget mellem produkt 2(3) og 4 afhænger bl.a. af en afvejning mellem størrelsen af de initiale investeringer hos ISP'er og ISP'ernes mulighed for at differentiere sig. En gensalgsløsning vil være særdeles billig at etablere for en ISP, men giver til gengæld ikke de samme muligheder for at differentiere sig, som produkt 2/3 i forhold til at tilbyde f.eks. VoIP, IPTV eller video-on-demand. Det er dog en mulighed at lade VoIP indgå som en del af gensalgprodukterne for ISP'ere.

Produkt 2 og 3 vurderes at være de eneste produkter, som på sigt kan understøtte ISP'ers muligheder for at tilbyde triple-play i form af bredbånd, IPTV og IP-telefoni. Mens IP-telefoni kan tilbydes uden væsentlige investeringer i YouSee's infrastruktur, vil IPTV betyde et behov for at øge kapaciteten i nettet.

Der findes internationalt eksempler på, at man teknisk har løst opgaven med at etablere et engrosprodukt for bredbånd via kabel. Det er sket i Canada, Finland og Israel. I Canada er det sket på baggrund af en regulering fra telemyndighedernes side. I ingen af de lande, som Gartner har kendskab til, er det for alvor lykkedes at etablere et marked for engrosbredbånd, men det er vist, at det kan lade sig gøre teknisk, og at der ikke på udgiftssiden er uoverstigelige barrierer.

Der findes enkle tekniske løsninger, som kan understøtte etableringen af et engrosmarked. Investeringen i administrative og operative systemer hos YouSee vurderes for produkterne 2, 3 og 4 til 10 – 16 mio. kr. uanset om der leveres IPTV eller ej.

Styring af kapacitet og produkter udgør efter Gartners vurdering de vanskeligste aspekter i forbindelse med at etablere og drive et velfungerende engrosmarked. Det er derfor helt centralt for etableringen af engrosmarked, at man får opstillet en model, som sikrer en effektiv styring af produktudbud og kapacitet. Det gælder også den samlede udnyttelse af kapaciteten i infrastrukturen, så man sikrer, at der allokeres tilstrækkelig men ikke for meget kapacitet til engrosbredbånd i forhold til kapaciteten til de andre tjenester, som YouSee tilbyder.

Nettet har et blandet ejerskab og en begrænsning rent styringsmæssigt, som kan indebære en juridisk problematik, men som ikke bør have væsentlige konsekvenser teknisk eller forretningsmæssigt.

.

■ ■ ■ ■ Analyse



Analyse

ITST overvejer at inddrage YouSee's kabel-tv infrastruktur som en del af markedsreguleringen af marked 5. Det vil sige, at man vil pålægge YouSee at udbyde et engros bredbåndsprodukt via kabel-tv infrastrukturen.

ITST har i den forbindelse bedt Gartner om at analysere en række problematikker vedrørende en sådan markedsregulering.

- Hvilke produkter vil det med baggrund i en teknisk analyse være muligt at udbyde på et engrosmarked for bredbånd via kabel-tv infrastrukturen?
- Hvilke investeringer i teknologi vil være nødvendige for at realisere dette?
- Hvilke investeringsmæssige og løbende konsekvenser vil udbuddet af engrosprodukter have for TDC?

Nærværende rapport dokumenterer Gartners analyse.

1.0 Metode

Gartners analyse er gennemført af konsulenter og analytikere fra Gartner. Gartner er verdens største analysehus inden for ICT og har en lang række analytikere, som følger teleområdet. Den opsamlede viden hos disse analytikere indgår som grundlag for undersøgelsen.

Gartner har i processen også benyttet sig af forskellige offentligt tilgængelige rapporter omkring kabel-tv og muligheden for at etablere engros bredbåndsprodukter på denne platform.

Desuden har Gartner haft lejlighed til at stille spørgsmål til TDC A/S vedrørende den eksisterende kabel-infrastruktur og diskutere observationer og konklusioner.

2.0 Internationale eksempler

Der er ikke på samme måde som for kobberinfrastrukturen, gennemført omfattende markedsreguleringer på kabel-tv området. Der er således kun ét land (Canada), hvor man i praksis har et anvendt reguleret engrosbredbåndsprodukt på kabel-tv-net.

Land	Initiativer og analyser på kabel
USA	I USA er der gennemført analyser af mulighederne for at give åben adgang til kabel-tv infrastrukturen.
Canada	De canadiske telemyndigheder (www.crtc.ca) har reguleret for at skabe et engrosmarked for bredbånd vi kabel infrastrukturen. De kommercielle effekter af reguleringen har dog været meget sparsomme. En udbyder er identificeret (Storm Internet), som udbyder bredbånd til erhverv i meget begrænsede geografiske områder, et område som ikke har udviklet sig siden starten af 2004. Storm Internet udbød det i starten til private hjem, men dette tilbud eksisterer ikke længere. En anden ISP 3Web udbyder bredbånd i samarbejde med bl.a. Rogers, som er en af de største kabelinfrastrukturejere i Canada. 3Webs bredbånd tilbydes i en række begrænsede områder i Canada, bl.a. i Toronto. Statistikker fra de

Land	Initiativer og analyser på kabel
	canadiske telemyndigheder antyder at salget er meget begrænset.
Finland	I Finland har man gennemført analyser af, hvordan et engrosmarked for bredbåndsydelser kan etableres. Analyserne har ført til at Finland har gennemført en teknologineutral adgangspligtigelse, som også i princippet inkluderer kabel. Reguleringen har imidlertid ikke ført til at der udbydes engrosprodukter på kabel.

De tekniske analyser, som Gartner har haft adgang til i Finland, Canada og USA peger entydigt på, at der ikke er uoverstigelige tekniske problematikker knyttet til at udbyde et engros bredbåndprodukt via kabel-tv infrastrukturen.

Internationalt er der derimod ingen eksempler på velfungerende markeder for engrosbredbånd via kabel. Med velfungerende menes i første omgang blot, at der udbydes produkter som efterspørges, indirekte af slutkunder og dermed direkte af ISP'er. Canada er det eneste land, som har gennemført regulering og i statistikken fra de canadiske telemyndigheder, kan man ikke direkte aflæse mængden af gensalg af bredbånd over kabel infrastrukturen. Dette skyldes, at omfanget er minimalt.

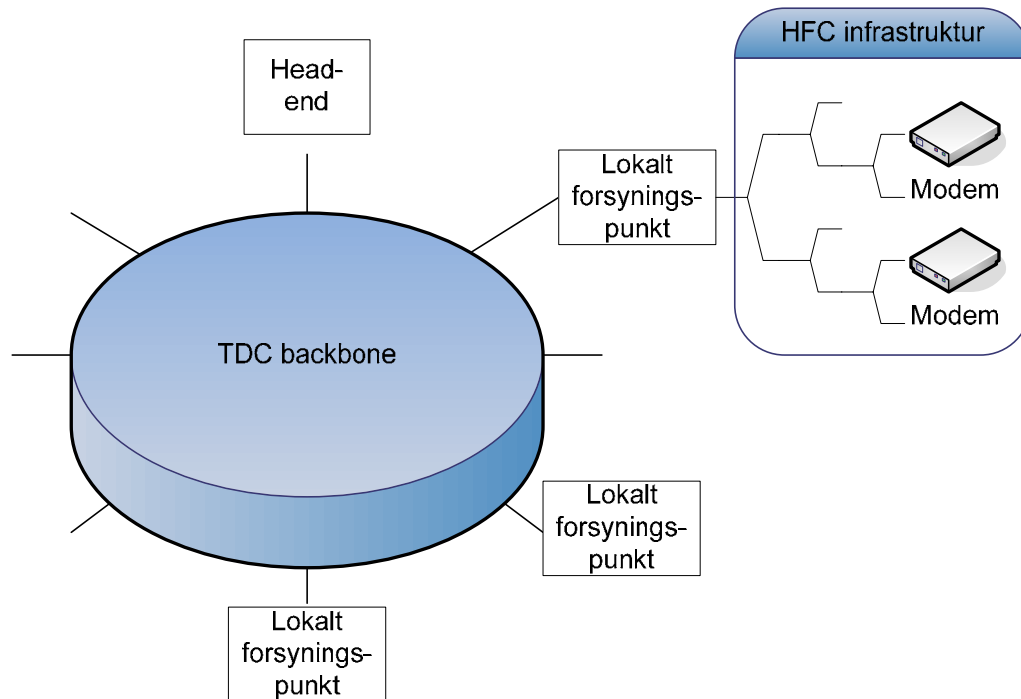
Der er således ingen eksempler på, at man er lykkedes med at skabe et egentligt engrosmarked for bredbånd via kabelinfrastrukturen.

Det betyder også, at der ikke findes en bevist succesfuld model for åbningen af et engrosmarked for bredbånd via kabel, som man kan tage udgangspunkt i, når det gælder et dansk marked. ITST er derfor henvist til at bygge på erfaringer fra åbningen af kobberet i forhold til at etablere et engrosmarked via kabel.

3.0 YouSee's kabel-tv infrastruktur

YouSee's kabel-tv net er, som alle andre moderne kabel-tv infrastrukturer, en HFC (Hybrid Fiber Cable) infrastruktur, som bortset fra det centrale backbone er opbygget som en træstruktur. I toppen af hierarkiet er der placeret en central hovedstation og derunder en række lokale forsyningspunkter delt op i flere net. Totalt set passerer YouSee ca. 1.3 million hjem og 1.1 millioner hjem er tilsluttet¹.

¹ En del af disse har bredbånd fra andre leverandører og YouSee har med de nuværende aftaler mulighed for at levere bredbånd til ca. 800.000 husstande.



Figur 1: YouSee's infrastruktur.

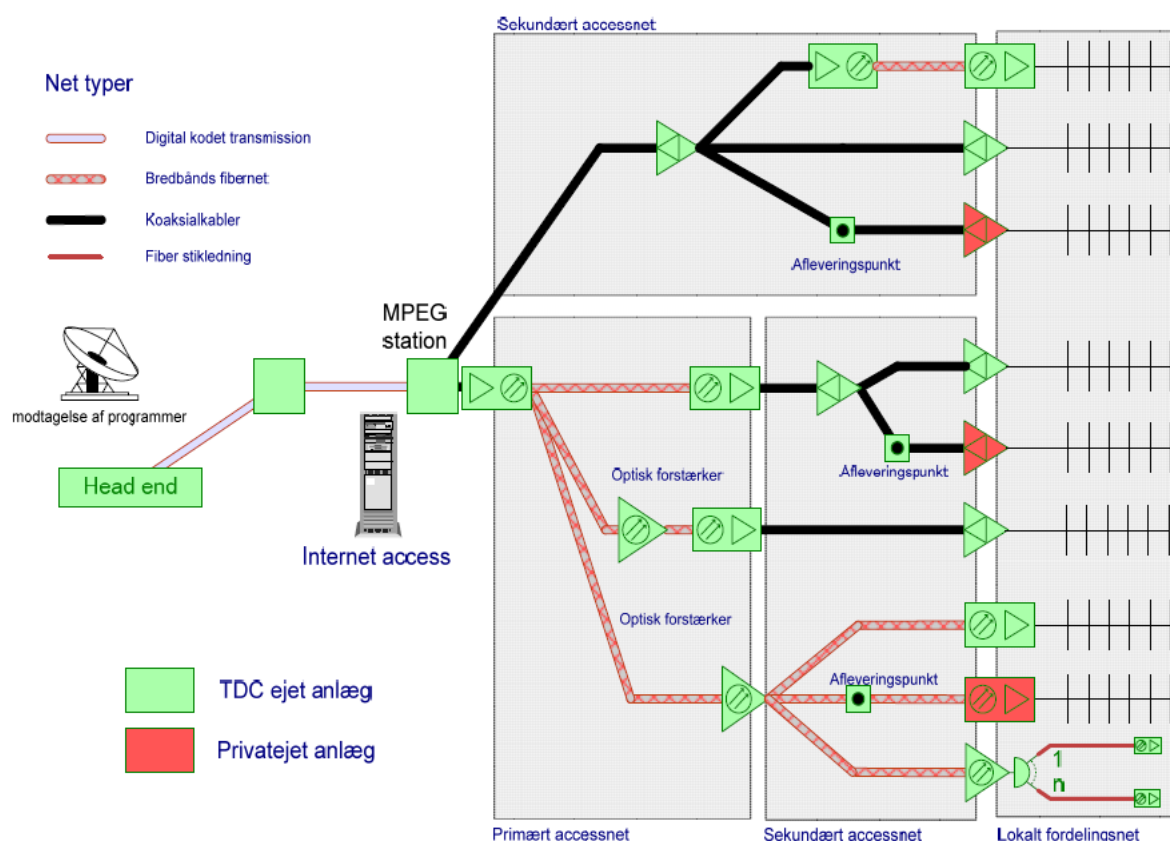
Figur 1 viser et simpelt overblik over YouSee's infrastruktur, som dels består af et backbone net¹, som forbinder headend med en række lokale forsyningspunkter (MPEG-stationer), samt en HFC-infrastruktur, som forbinder de lokale forsyningspunkter med kunderne.

Kabel-tv infrastrukturen blev oprindeligt bygget med koaksialkabler, men består i dag af en blanding af fiber og koaksial. Fiber anvendes på grund af den større rækkevidde og større kapacitet i første omgang til de centrale dele af træ-strukturen. Trenden går mod, at der anlægges fiberkabler tættere og tættere til de enkelte hjem. Nettet er i dag forskelligt fra område til område og er nogen steder baseret på fiber til hjemmet eller til kantstenen, mens man andre steder er baseret på koaksialkabler helt ind til MPEG-stationerne. (Se bilag 1 for oversigt over de forskellige modeller for anvendelsen af fiber.)

YouSee udbyder i dag analogt og digitalt tv, video-on-demand, bredbånd og IP-telefoni på infrastrukturen.

YouSee's kabel-tv infrastruktur kan opdeles i en række delnet: backbone net, primær accessnet og sekundært accessnet. Opdelingen er illustreret i Figur 2 nedenfor.

¹ YouSee deler backbone med andre dele af TDC's forretning.



Figur 2: Modeltegning af YouSee's HFC (Hybrid Fiber Coax) infrastruktur (Kilde: TDC)

Backbonenet, som er det øverste netniveau, omfatter signaltransporten fra hovedstationen i København (headend) til decentrale forsyningspunkter (MPEG stationerne) fordelt over hele landet. Nettet er på de primære strækninger opbygget i ringstruktur med redundans. Signalerne CMI kodes (digitalt format) på hovedstationen inden de kobles ind i transportnettet. Dekodning af signalerne sker på de enkelte MPEG stationer.

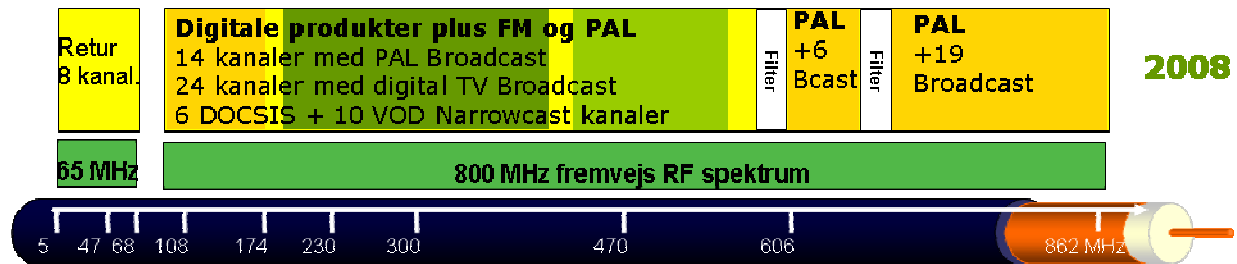
Andet niveau i kabel-nettet er det primære accessnet. Det omfatter transporten fra MPEG stationerne til et lokalområde / bydel / kvarter. Det primære accessnet er opbygget som fibernet. På adresser, som ligger meget tæt på MPEG stationerne er nettet udelukkende opbygget af koaksialkabler, men hoveddelen af HFC infrastrukturen skelner mellem et primært accessnet i fiber og et sekundært accessnet som enten er koaksial eller fiber.

Det sekundære accessnet bringer signalerne fra startpunktet ud til de lokale fordelingsnet i bygninger. Nettet kan være opbygget med enten fiberkabler eller koaksialkabler. I forbindelse med nettyperne FTTC (fiber til kantsten) og FTTH (fiber til hjem) opbygges det sekundære accessnet med fiberkabler.

Fjerde netniveau er det lokale fordelingsnet som bringer signalet ud til de tilsluttede abonnenter. Nettet er opbygget med fiberkabler i forbindelse med FTTH net, men er ved alle andre nettyper opbygget med koaksialkabler. De lokale fordelingsnet er i nogle tilfælde ejet af andelsforeninger og antenneforeninger men drevet af YouSee med varierende arbejdsdelinger aftalt med de enkelte foreninger, i andre tilfælde er de ejet af YouSee. Figur 2 illustrerer de forskellige modeller for, hvornår man overgår fra YouSee-ejede anlæg til privatejede anlæg (afleveringspunkter).

3.1.1 Frekvensudnyttelse

Kapacitet i koaksial-kabler fordeles ved allokering af bestemte frekvensområder i kablerne parallelt til den måde man overfører data i luften i forbindelse med tv-signaler, radio og mobilkommunikation.



Figur 3: Den nuværende udnyttelse af frekvensspektret i YouSee's koaksial kabler. (Kilde: TDC)

Figur 3 viser den nuværende udnyttelse af frekvensspektret. YouSee forventer at ændre denne udnyttelse i takt med at udbuds- og efterspørgsel ændres. Således vil udfasningen af analoge tv- og radiosignaler (PAL og FM) give mulighed for frigivelse af en væsentlig kapacitet og fjerne behovet for frekvensfiltre. Der er visse variationer i udnyttelsen af frekvensspektret lokalt. Variationerne består primært i, hvilket indhold som sendes i kanalerne, f.eks. i forbindelse med lokale tv-stationer.

Datatrafikken som sendes til og fra slutbrugere i både koaksialnet og bredbånds fibernetnet sendes i HF moduleret form i henhold til DOCSIS standarden¹. På MPEG stationen findes de CMTS (Cable Modem Termination System) enheder, som styrer kommunikation med modemmerne hos slutbrugerne. CMTS'erne tilsluttes til YouSee's generelle IP backbone.

Den pt. mest anvendte DOCSIS standard i YouSee's net er 2.0. Den giver en downstream kapacitet på 38 Mbit (med 256QAM). Med seks tilgængelige kanaler giver det en downstream kapacitet på ca. 228 Mbit pr. net-ø. DOCSIS 2.0 giver 27 Mbit upstream pr. kanal og hvis fem af de otte tilgængelige upstreamkanaler anvendes til DOCSIS, giver den 135 Mbit².

Med den nuværende frekvensudnyttelse i YouSee's net findes 2,5 Gbit tilgængeligt downstream til digitale tjenester, hvoraf DOCSIS downstream lægger beslag på knap en tiendedel af kapaciteten.

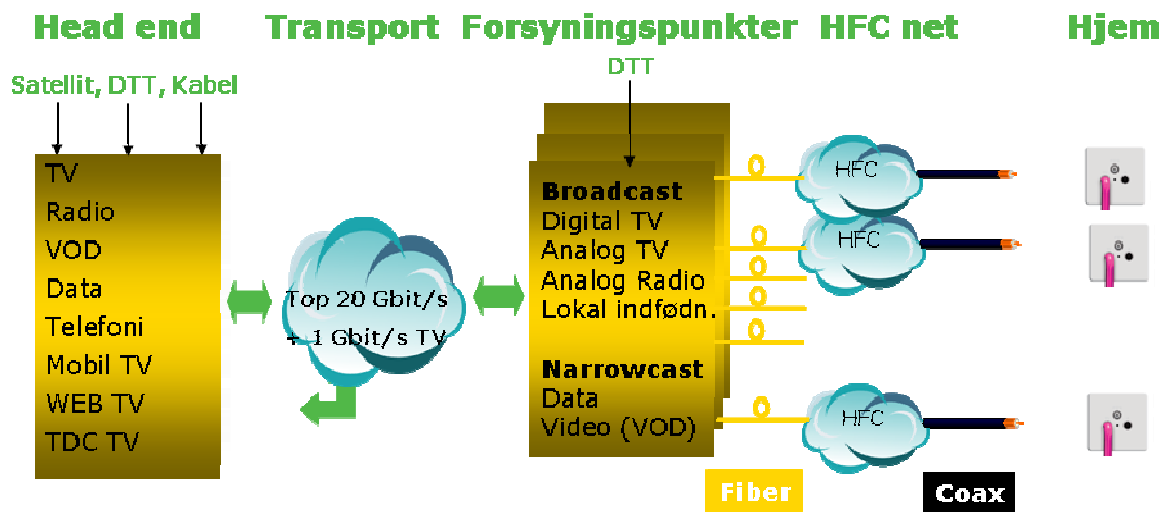
Den tilgængelige båndbredde pr. bruger vil afhænge af antallet af samtidige brugere og dermed indirekte af antallet af installationer pr. net-ø.

3.2 De enkelte komponenter i arkitekturen

YouSee's net består, som kort skitseret ovenfor, af en række forskellige komponenter. På centralen findes 'head-end'. Head-end sender signalet til en række forsyningspunkter (MPEG stationer), som herefter sender signalet videre til en række ø'er. Ø'erne er den enhed som definerer knapheden i forhold til kapacitet. Typisk er det - med de trafikmønstre og den anvendelse af frekvensspektret vi ser i dag - båndbredden i returvejsnettet, som er en knap ressource.

¹ YouSee anvender ikke EuroDOCSIS, men den amerikanske (og oprindelige) udgave af DOCSIS-standardens.

² Beregningen er lavet under en række forudsætninger. Det normale for kabeloperatører i dag er at man kan levere mellem 90 og 150 Mbit upstream. Hvor meget upstream-kapacitet som findes på en ø afhænger bl.a. af om der anvendes DOCSIS 2.0 modemmer, som kun anvender frekvenser under 42 MHz, mens DOCSIS 3.0 anvender spektret op til 65 MHz. Den aktuelle kapacitet i de fleste øer hos YouSee er derfor sandsynligvis lidt lavere på grund af den store udbredelse af DOCSIS 2.0.

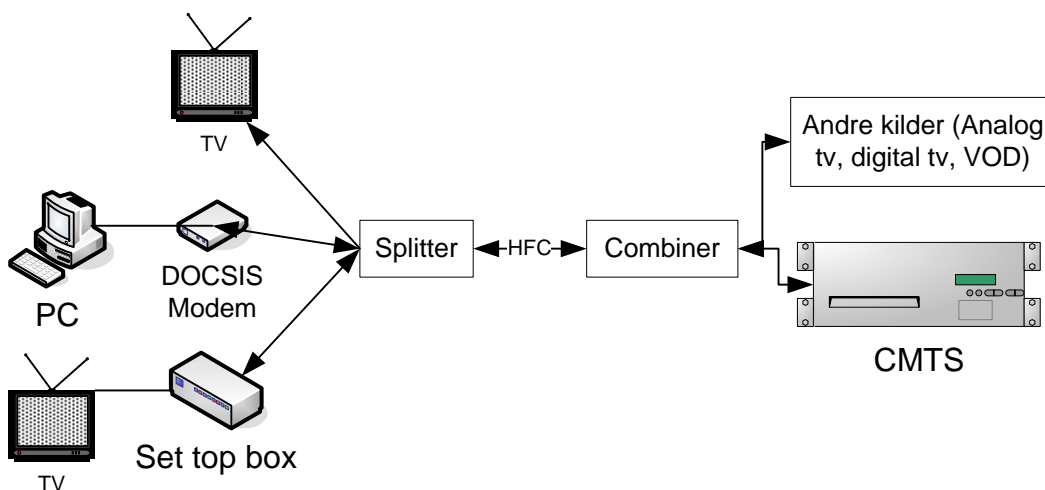


Figur 4: Oversigt over hovedelementer i YouSee’s arkitektur og føding af indhold i head-end og de lokale forsyningspunkter. (Kilde: TDC)

Figur 4 viser, hvordan YouSee i Headend føder en del af det indhold, som skal fødes i HFC-infrastrukturen og hvordan en del fødes i de lokale forsyningspunkter (MPEG-stationerne).

3.2.1 MPEG-stationer

En MPEG-station er det mest lokale punkt i nettet hvor indhold kan tilføjes. På MPEG stationen omsættes digitale signaler fra Backbone nettet til henholdsvis analoge tv- og radiosignaler og digitale QAM signaler. Signalerne samles i en combiner og kan herefter evt. deles ud til flere grene for fremføring i det primære accessnet. YouSee har 35 MPEG stationer¹. MPEG stationerne er samlokaliseret med det øvrige TDC på lokationer, hvor der også findes DSLAM udstyr.



Figur 5: Model for anvendelse af HFC infrastrukturen til både DOCSIS bredbånd og anden datatransport.

¹ Hertil kommer en række stationer via YouSee’s ejerskab af Dansk Kabel TV som ikke på nuværende tidspunkt fuldt ud er optimeret i YouSee’s samlede arkitektur

Dele af frekvensområdet anvendes til returvejssignaler (se Figur 3) . En CMTS controller har en begrænset kapacitet på hver upstream port og kan derfor kun behandle en vis mængde datatrafik og en vist antal modemmer.

For at sikre tilstrækkelig kapacitet, er det derfor nødvendigt at opdele nettet i flere afsnit (Ø'er) og lede returvejssignalerne fra hver Ø til sin egen upstream port i CMTS controlleren. Denne måde at designe kabelnettet på sikrer en ensartet service level på upstream trafik til hver bruger / abonnent. En udvidelse af antallet af Ø'erne, indebærer typisk at der skal graves nye kabler ned og investeres i CMTS'er.

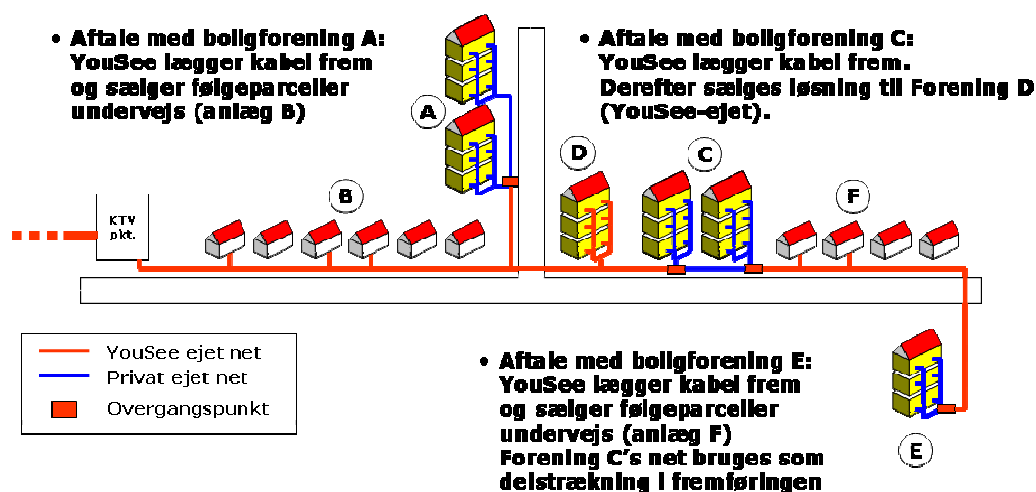
For at kunne levere en ensartet service fastlægger producenten af CMTS (i dette tilfælde Cisco) nogle guidelines for antallet af brugere på hver CTMS controller¹. Dette er for at sikre, at hver bruger har en minimumsmængde af båndbredde til rådighed.

YouSee forventer samlet set (når alle tjenester medregnes) at kravene til den maksimale Ø-størrelse vil blive skærpet i de kommende år på grund af et generelt stigende behov for datakapacitet i nettet. Det kan betyde, at den eksisterende Ø-struktur skal ændres over tid. Indførelsen af DOCSIS 3.0 vil dog for bredbåndsdelens vedkommende kunne betyde en firedobling af kapaciteten for slutbrugeren i den eksisterende ø-struktur og med den eksisterende frekvensudnyttelse.

3.3 Net med delt ejerskab

YouSee's kabel-tv net består i yderste led af lokale fordelingsnet, som dels er ejet af lokale antenne- og boligforeninger, dels er ejet af YouSee. De som er privatejede har indgået en driftsaftale med YouSee og nettet lever op til en række krav².

Fordelingsnettet er bygget ganske forskelligartet op, idet man efterhånden har sammenkoblet lokale eksisterende net med YouSee's centrale net og de fordelingsnet som YouSee selv har gravet ned. Nedenstående modeltegning illustrerer hvorledes YouSee's net og de private net er koblet sammen:



Figur 6: Modeltegning for, hvordan fordelingsnettet udvikles over tid med blandet ejerskab.
Kilde: TDC

Fordelingsnettet er som figuren illustrerer etableret ad-hoc over tid og resultatet er, at man har en række Ø'er, hvoraf mange har blandet ejerskab.

¹ http://www.cisco.com/en/US/tech/tk86/tk804/technologies_tech_note09186a00800a9702.shtml

² "Krav til anlægsopbygning: 'køgebogen'" og "Forretningsgange og krav ved tilslutning af privatejede kabel-tv-anlæg" http://YouSee.dk/publish.php?doqtag=ktv_fore_tekn_spec

YouSee oplyser at ud af de 1.280.000 kundemuligheder (homes passed) som infrastrukturen dækker, findes 845.000 på blandede øer, mens 435.000 findes på rene øer.

3.4 Samlede observationer vedrørende YouSee's infrastruktur

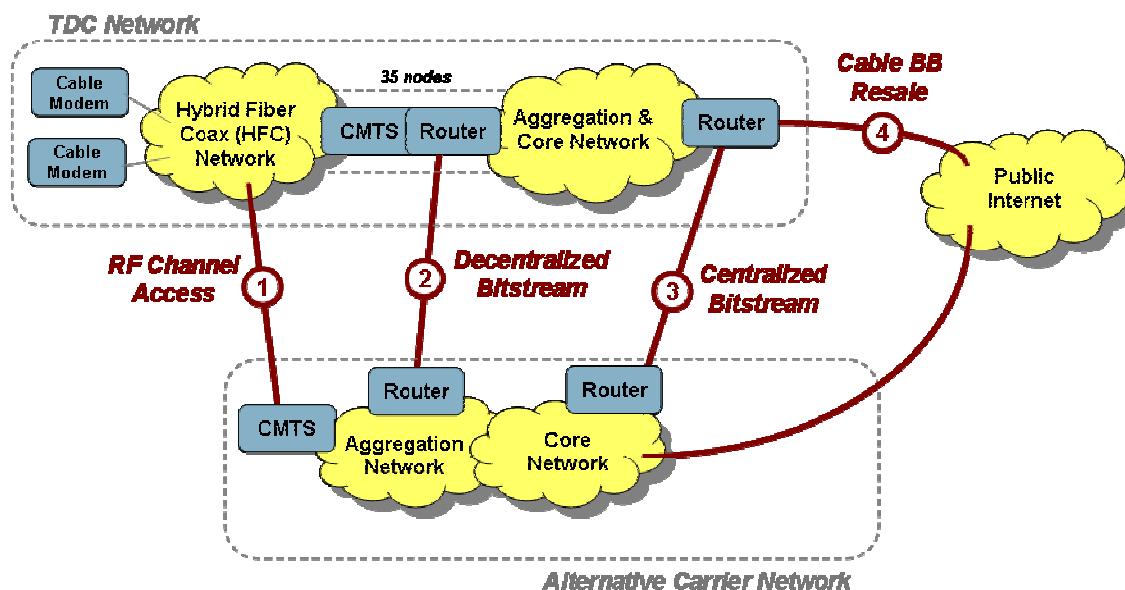
- YouSees infrastruktur er heterogen i forhold til, hvor meget af HFC-infrastrukturen, der er fiber, og dermed varierer den tilgængelige kapacitet.
- YouSee anvender i dag en blanding af DOCSIS 1.1 og 2.0 modemmer, og til nye kunder med hastigheder højere end 12 Mbit anvendes DOCSIS 3.0 modemmer. Det er YouSee's strategi at udfase alle DOCSIS 1.1 modemmer.
- YouSee har en infrastruktur, som der løbende investeres i for at tilpasse kapaciteten til efterspørgslen. Der er således muligheder for at øge kapaciteten kraftigt. YouSee gennemfører pt. en række tiltag, der tredobler upstream kapaciteten i net ved at konfigurere udstyr anderledes og således uden væsentlige investeringer i nyt udstyr. Generelt kan kapaciteten øges ved
 - At allokere flere frekvenser, hvilket betyder at der må fjernes kapacitet som for øjeblikket af YouSee er reserveret til de andre tjenester (analogt og digital tv og radio, VoIP og VOD), forudsat at kapaciteten ikke kan frigøres ved omkonfiguration af den nuværende frekvens/kanalanvendelse
 - At opdele nettet i mindre segmenter (ø'er), hvilket medfører omkostninger evt. til nedgravning af fiber og til nyt udstyr.
- YouSee's infrastruktur understøtter i dag både bredbånd, analogt tv, VoIP, VOD og der er mulighed for at justere på udnyttelsen af frekvensområdet, således at større områder udnyttes til digitale tjenester. Det vil kunne øge den tilgængelige downstream kapacitet, som er tilgængeligt til bredbånd. Det indebærer at man indsnævrer det nu reserverede frekvensområde for analogt tv og radio (forudsat at kapaciteten ikke kan frigøres ved omkonfiguration af den nuværende frekvens/kanalanvendelse), hvilket indebærer en samlet justering af udnyttelsen af frekvensspektret. Det indebærer bl.a. at man skal justere analoge fjernsyn til de nye kanaler.
- YouSee's net er heterogent og behovet for at investere i infrastrukturen, hvis ISP'er f.eks. i fremtiden skal levere IPTV vurderes af YouSee som varierende kraftigt fra Ø til Ø.
- Det delte netejerskab og blandede "Ø'er" betyder, at det er svært at forestille sig en åbning af et engrosmarked, som ikke involverer de områder hvor fordelingsnettet er privatejet. Hvis man skal undgå det, kræver det enten en kraftig begrænsning på de områder hvor engrosproduktet kan sælges eller en væsentlig ændring i nettet som vil påvirke de private netejere.

4.0 Mulige engrosprodukter på bredbånd via kabel-tv nettet

Gartner har på baggrund af internationale undersøgelser på kabel-området og erfaringerne med åbningen af kobberinfrastrukturen identificeret fire overordnede engrosprodukter til leverance via YouSee's kabel-tv infrastruktur.

Det, som i første omgang definerer produkterne, er, hvor i net ISP'en får adgang og dermed hvilket udstyr ISP'en skal anskaffe for at kunne levere bredbånd. Der er også tale om et forskelligt investeringsniveau for ISP'en alt efter om der skal anskaffes en CMTS for at

kunne levere tjenester direkte ind i HFC'et, eller om man kan tilsluttes et kabel til YouSee's router umiddelbart efter CMTS'en¹.



Figur 7: Fire mulige engrosprodukter for bredbånd via kabel

4.1.1 Produkt 1: RF-channel access

Dette engrosprodukt indebærer at aftageren af engrosproduktet tildeles en fast del af frekvensspektret i HFC infrastrukturen. På samme måde, som YouSee i dag tildeler en del af frekvensspektret til bredbånd, en del til analogt, og en del til digitalt tv, vil man tildele en ISP et dedikeret frekvensspektrum til både downstream og til upstream.

Med dette produkt giver man aftageren størst mulig kontrol over det produkt, som skal sælges til slutbrugeren. Aftageren kan egenhændigt definere hvilke produkter som skal tilbydes (f.eks. garanteret båndbredde upstream og downstream) og hvilken grad af overbooking af kapaciteten i nettet som ønskes. Denne løsning giver dermed den bedste mulighed for aftageren at styre kvaliteten af det som skal tilbydes til slutkunden.

Aftageren vil selv drive og styre en CMTS, som fungerer i det aftalte frekvensspektrum. CMTS'en skal dermed samhuses med YouSee's CMTS og tilsluttes HFC infrastrukturen.

Løsningen kræver en ændring af frekvensspektret og at der allokeres en væsentlig mængde overhead, fordi både YouSee og aftageren skal kunne håndtere udsving i udnyttelsesgraden. Disse udsving kan på grund af den faste tildeling af frekvensspektrum ikke udlignes mellem YouSee og aftagerne. Udnyttelsen af kapaciteten i HFC infrastrukturen bliver derfor lavere end ved de andre produkter.

Det vil i praksis være svært at forestille sig mere end én til to ISP'er med denne løsning, da særligt frekvensudnyttelsen for upstream vil blive ineffektiv.

Det er meget sandsynligt, at løsningen for at kunne understøtte det nuværende trafikniveau vil kræve en ændring i HFC arkitekturen i form af en øgning af antallet af "ø'er" i nettet, på grund af den dårligere udnyttelse af frekvensspektret.

¹ De fleste CMTS'er har en indbygget L3 router. Det er også tilfældet med det udstyr, som YouSee anvender på de 35 MPEG stationer.

Løsningen kræver at en ISP foretager væsentlige initiale investeringer i udstyr og køb af et fast frekvensspektrum i HFC-infrastrukturen.

Løsningen betyder også, at hver gang en ny ISP viser sig, vil det kræve en ændring af frekvensspektret til gene for slutbrugere og omkostninger til ændringer i HFC arkitekturen. Samlet set vurderer Gartner derfor, at dette produkt vil betyde væsentlige større samlede omkostninger i forhold til de tre andre produkter.

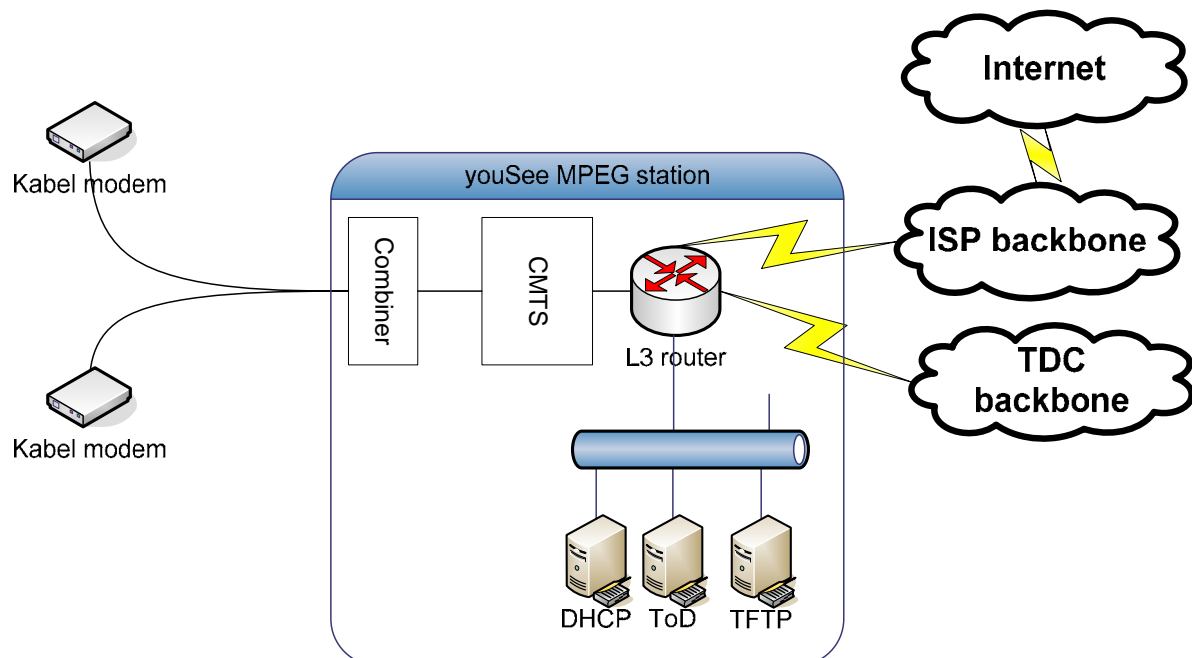
4.1.2 Produkt 2: Decentral bitstream

Her får aftager adgang til bitstream via en L3¹ adgang i YouSee's router i et af de ca. 35 steder i landet, hvor YouSee har sine lokale forsyningspunkter (MPEG stationerne), og hvor CMTS'erne er placeret.

Med dette produkt styrer YouSee udnyttelsen af kapaciteten i HFC-nettet og ændringer i frekvensspektret i forbindelse med at nye ISP'ere kommer på markedet kan dermed undgå. Det vurderes, at disse ændringer er vigtige at undgå, da de dels er omkostningstunge og dels skaber gener hos slutkunderne som eksempelvis skal indstille Tv-apparater.

YouSee's nuværende routere understøtter, at der tilkøbes en forbindelse til en ISP, som har adgang til et transportnet i nærheden af forsyningspunktet. ISP'en skal således bare etablere en netværksforbindelse til MPEG stationen.

Effektiv overbooking af kapaciteten er en væsentlig faktor for at kunne drive en omkostningseffektiv bredbåndsforretning via kabel. Overbooking udnytter, at sandsynligheden for at alle kunder benytter hele den lovede downstream og upstream kapacitet på samme tid er forsvindende lille. Produkt 2 sikrer (ligesom 3 og 4) den mest effektive udnyttelse af frekvensspektret, fordi de forskellige aftagere og YouSee kan udnytte en fælles pulje af kapacitet og dermed kompensere for kapacitetsudsving.



Figur 8: Illustration af produkt 2 med decentral L3 dataadgang for ISP.

De tre servere (DHCP, ToD og TFTP) anvendes til tildeling af ip-adresse og konfiguration af det enkelte kabelmodem. Det er muligt at lade andre end YouSee (altså øvrige ISP'ere)

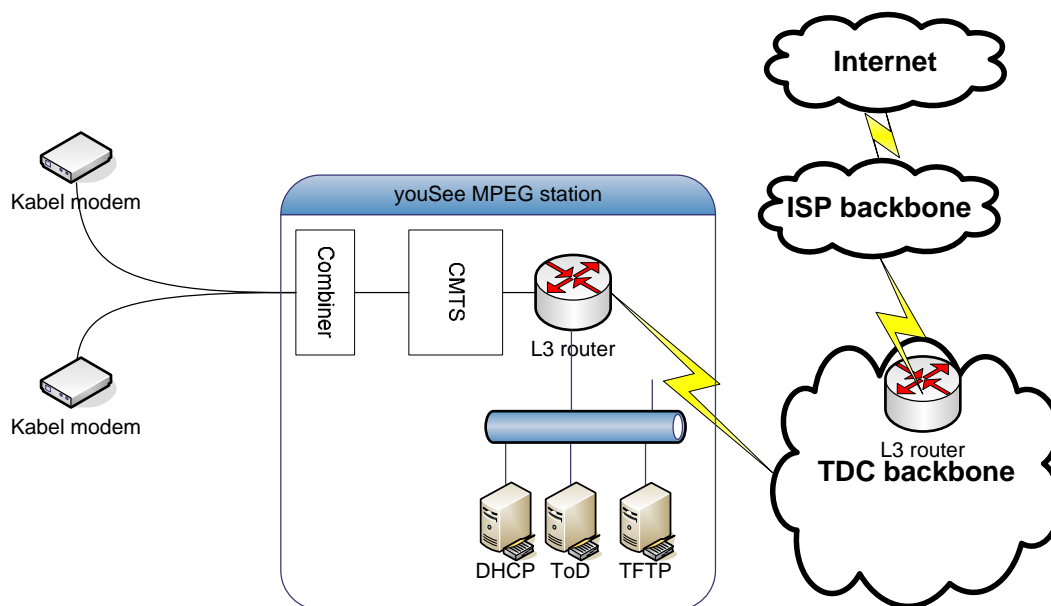
¹ L3 refererer til Netværkslaget (level 3) i OSI modellen. I dette tilfælde i form af en ip-forbindelse.

opsætte DHCP og TFTP servere mv. da styringen kan foregå baseret på MAC-adresser i modemmerne og dermed være teknisk muligt. Dette vil dog øge kompleksiteten betragteligt, da det eksempelvis kræver fælles koordinering af frekvensområder og lignende og at konfigurationerne ændres samtidigt. Såfremt koordinering af subnets, frekvensområder mv. ikke fungerer, vil dette føre til, at alle brugere af en given server sandsynligvis ikke kan få adgang før ny og korrekt konfigurationsfil kan udsendes. Det burde være muligt for partnerne at koordinere især i betragtning af, at brugerne vil opleve det som et netværksnedbrud såfremt i fald, at de ikke kan få en valid DHCP-adresse mv.

Produktet giver mulighed for, at en ISP kan levere VoIP over denne infrastruktur og, hvis kapaciteten er tilstrækkelig, også tilbyde IPTV¹. Det afhænger helt af, til hvilke formål og i hvilket omfang IPTV anvendes. IPTV kan, hvis det anvendes til at distribuere klassiske tv-kanaler som f.eks. DR behøve en implementering af multicast, hvilket kræver, at hver ISP vil skulle reservere 2 – 3 kanalpladser til multicast. En kanal fylder 4-8 Mbit/s afhængig af den ønskede kvalitet – det vil sige at der formentlig er plads til 6 kanaler på en "kanalplads". Så hvis ISP'en skal tilbyde en samlet pakke til forbrugerne, vil det så svare til 2-3 kanalpladser pr ISP. Hertil kommer, at det er vanskeligt at tildele plads i dette produkt hvor ISP'erne ikke råder over dedikeret kapacitet, så QoS vil ikke kunne garanteres.

4.1.3 Produkt 3: Central bitstream

Produkt 3 ligner produkt 2 - dog med den forskel at der kun er ét centralt udtag i YouSee's net. Aftageren af engros produktet har dermed kun ét interface til nettet.



Figur 9: Produkt 3 med én central adgang til nettrafik for en ISP.

Produkt 3 har de samme egenskaber med hensyn til udnyttelse af kapaciteten som produkt 2. Det som adskiller den fra produkt 2 er, hvor vidt YouSee eller ISP'en (eller en tredjepart som ISP'en laver aftale med) sørger for datatrafik fra de 35 MPEG stationer til det centrale punkt i nettet.

¹ YouSee tilbyder i dag VoIP, mens IPTV ikke benyttes. I stedet sendes digitalt tv som DVB-C.

4.1.4 Produkt 4: Resale af ledig kapacitet i kabel-tv nettet

Her er der tale om rent gensalg af YouSee's eksisterende produkter. Dette vil være den simpleste måde at give adgang til eksterne aktører på.

Investeringen vil her være relativt lille både for ISP'erne og YouSee. YouSee skal mere eller mindre blot følge de normale procedurer for nye kunder i nettet og som ISP kræver det få investeringer i en række administrative systemer at blive i stand til at levere YouSee's bredbånd.

Det betyder, at det bliver svært for de enkelte ISP'ere at differentiere deres produkter da det i bund og grund er YouSee's produkter de sælger. Dette vil formentlig mindske incitamentet hos mange ISP'ere, da de så ikke kan levere et produkt som YouSee ikke selv allerede leverer i dag. Differentieringsmulighederne for ISP'er ligger dermed i de ekstra tjenester de kan levere (mail, sikkerhedspakker, webdrev, support m.v.)

Produkt 4 giver mulighed for at tilbyde IP-telefoni, som også i dag tilbydes af YouSee.

4.2 Produkter som kan differentiere ISP'er overfor slutkunder

Udvidelsen af adgangsforpligtelsen for engrosbredbånd med de fire produkter, som er skitseret ovenfor giver ISP'erne forskellige muligheder for at udbyde produkter til slutkunder.

Den mest basale differentiering af bredbåndsydelsen er på den downstream og upstreamydelse som kan leveres.

Produkt 1 giver en ISP mulighed for i maksimal grad at styre, hvilke produkter man vil tilbyde slutkunder indenfor de begrænsninger, som det tildelte frekvensområde tillader.

Produkt 2 og 3 giver ligeledes fleksibilitet i forhold til slutkundeprodukter, men den dynamiske deling af kapaciteten mellem YouSee og ISP'er gør, at man i praksis vil skulle koordinere og sætte grænser for produktudbuddet for at kunne styre overbookningen i nettet og sikre en gradvis udbygning uden forstyrrelse af slutkunderne.

Produkt 4 giver pr. definition meget lidt mulighed for differentiering af slutkundeproduktet på andet end prisen, fordi den består af gensalg af de produkter, som allerede udbydes af YouSee.

Udover den båndbredde som tilbydes er særligt to tjenester meget interessante i forhold til at skabe et marked, hvor ISP'er vil kunne konkurrere med YouSee.

YouSee tilbyder i dag deres kunder "triple-play". Det vil sige at man over kabel nettet kan tilbyde kunder både tv (analogt og digitalt), bredbånd og telefoni. Teleselskaber og kabeloperatører søger internationalt at tilbyde triple-play. En af de meget attraktive effekter af at kunne tilbyde triple-play er, at det binder kunderne og dermed mindsker churn.

De to tjenester er Digitalt TV leveret enten i form af IPTV eller OTT-TV (Over-the-top tv) og IP-telefoni.

4.2.1 IPTV eller OTT-TV

YouSee leverer i dag, udover bredbånd, analoge tv- og radio-signaler, samt digitalt tv og video on-demand via set-top boxe til sine kunder. Disse tjenester er ikke omfattet af denne rapport.

En bredbåndsforbindelse giver dog mulighed for også at levere tv på to relaterede måder: via IPTV eller OTT-TV.

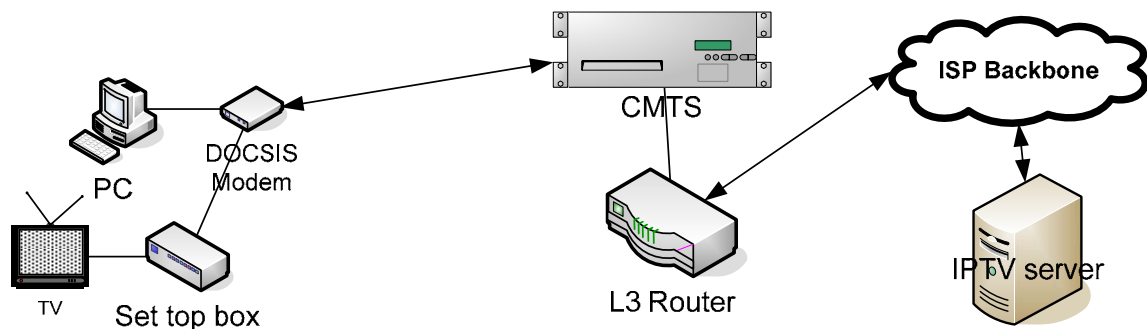
IPTV er det koncept, som i dag anvendes i de tilfælde hvor man leverer tv via kobberkabler. Her sendes tv-signalet som IP-trafik. Metoden er ikke kendt på kabel-tv nettet, fordi man her

anvender andre standarder (i Europa og det meste af Asien er det DVB¹ standarderne). I forbindelse med engrosmarkedet for bredbånd via kabel kan IPTV dog vise sig at være en interessant mulighed for ISP'er for at levere tv eller video via en bredbåndsforbindelse på kabel.

Det er sandsynligvis muligt for ISP'er, at levere IPTV via et bredbåndsprodukt i et kabel-tv net. Det er imidlertid ikke afprøvet i praksis og der kan vise sig tekniske problemer i form af f.eks. manglende QoS. Udfordringerne er bl.a. den manglende support for multicast i DOCSIS og de meget store krav til båndbredde vil eventuelt kræve en udbygning af kapaciteten i nettet. Det afhænger imidlertid helt af, hvad en ISP vil udbyde via IPTV og hvilken udbredelse det får.

IPTV bliver, som navnet antyder, sendt via IP (Internet Protocol) ud til kunderne. Dette kræver kraftige internetforbindelser alt efter hvilken billedkvalitet man ønsker. Både Coax og Fiber kan levere den krævede hastighed for IPTV i almindeligt TV-format.

For at se tv via IPTV kræver det enten at kunden anvender en PC (som jo kører IP protokollen over Internettet i forvejen) eller anskaffer en set-top box for at kunne se programmerne på fjernsynet. Set-top boxen konverterer IP-signalet til PAL-format, som kan modtages i et almindeligt fjernsyn. Se nedenstående tegning for en konceptuel illustration af IPTV:



Figur 10 – Konceptuel model for IPTV over kabel

Figuren illustrerer hvorledes IPTV kan leveres af ISP'ere over en internetforbindelse via kabel-nettet.

IPTV udbudt af en ISP udgør potentielt en væsentlig belastning for kapaciteten i kabel-infrastrukturen, hvis det viser sig at blive en succes. Det udgør en belastning på CMTS-niveau, men også i form af den nødvendige båndbredde i HFC-infrastrukturen.

Der findes på nuværende tidspunkt tekniske løsninger² som gør, at IPTV kan leveres i en by-pass arkitektur, så CMTS kapaciteten ikke udtømmes. By-pass arkitekturen gør, at signalet ikke skal en "omvej i gennem" CMTS encoderen. Den løser dermed et kapacitetsproblem i CMTS'en hvis man skal sende IPTV.

De løsninger som findes på nuværende tidspunkt indebærer, at man dermed sandsynligvis bevæger sig ud i kanten af bredbåndsområdet og ind på digitalt TV-området. Løsningerne udnytter så at sige både DOCSIS og DVB-C standarden. Det kræver en investering i specielle bypass-CMTS'er som leverer et mix af DOCSIS og MPEG4 encoding. Disse løsninger er dog indtil videre primært på tegnebrættet og må betragtes som umodne.

¹ DVB: Digital Video Broadcasting. "The Digital Video Broadcasting Project" administrerer standarderne (www.dvb.org)

² Se f.eks. www.gobacktv.com el.

http://www.cisco.com/en/US/netsol/ns457/networking_solutions_white_paper09186a00801b3f0f.shtml

Implementeringen af en sådan løsning kræver investeringer i udstyr i MPEG-stationer og stiller krav til set-top boxe.

Kapacitetsbehovet for implementering af IPTV varierer med en række faktorer:

- Kvaliteten af tv-signalet (HDTV eller SDTV). HDTV anvender ca. fire gange så meget som SDTV.
- Om der anvendes MPEG-2 eller MPEG-4 til komprimering. Et HDTV signal med MPEG-4 anvender 6 Mbit mens det kræver 12 Mbit ved MPEG-2.
- Anvendelsesmønstret og dermed muligheden for at udnytte multicasting.
- Antallet af tv i hvert hjem.

Med DOCSIS 2.0 er der 228 Mbit tilgængeligt downstream i seks kanaler pr. net-ø i YouSee's nuværende net (se side 9). Denne kapacitet giver f.eks. mulighed for at sende 18 samtidige HDTV signaler (3 pr. kanal, MPEG-2) eller 72 SDTV kanaler (12 pr. kanal, MPEG-2). Dette regnestykke forudsætter at al den downstream kapacitet som for nuværende er allokeret til DOCSIS anvendes til at sende IPTV.

Belastningen i nettet afhænger af til hvad kunderne vil anvende en IPTV løsning fra en ISP til og hvilke tjenester ISP'er vil udbyde. Der er således stor forskel på, om der er tale om en tjeneste, hvor man f.eks. kan leje film (Video-on-demand) eller anvende interaktivt tv, eller om der er tale om transmission af tv-signaler som f.eks. DR's tv-avis, som mange forventes at se samtidigt.

Det er vurderingen, at kapaciteten i accessnettet må forøges for at kunne understøtte at en eller flere ISP'er ønsker at tilbyde IPTV over nettet, som transmitterer tv-signaler til brug i prime time (som f.eks. tv-avisen).

Udover accessnettet betyder IPTV også belastning af backbone-nettet. For digitalt og analogt tv er den krævede båndbredde antallet af kanaler x 4 Mbit på backbone nettet for at kunne levere "almindelige" TV-signaler i PAL-format til alle abonnenterne. Båndbredde kravet er altså bestemt af antallet af kanaler der leveres i YouSee's TV-pakker. Leveres der fx samlet set 150 forskellige kanaler, er båndbreddekravet $150 \times 4 \text{ Mbit} = 600 \text{ Mbit}$.

Hvis fx 3000 abonnenter derimod ser IPTV, kræver det i udgangspunktet $3000 \times 4 \text{ Mbit} = 12 \text{ Gbit}$ på backbone nettet. Hvis IPTV sendes i HDTV kan kravet til den fornødne båndbredde ganges med fem og kræver så 60 Gbit i stedet for 12 Gbit.

Med IPTV skiftes kapacitetsbelastningen dermed fra antallet af kanaler til antallet af samtidige brugere.

Som det ses af ovenstående beregning er det altså antallet af samtidige aktive abonnenter der er driveren (for omkostninger og kapacitetsstyring) og ikke antallet af Tv-kanaler som udbydes.

VoD kunne være en sandsynlig tjeneste, men det kræver en del mere kapacitet da spidsbelastningerne her er større (eksempelvis vil en stor del af abonnenterne sikkert ønske at se en god film lørdag aften frem for onsdag eftermiddag).

I det scenarie, hvor YouSee leverer både analogt og digitalt tv på infrastrukturen samtidigt med bredbånd, vil en succes for IPTV leveret via en bredbåndsforbindelse af en ISP med stor sandsynlighed give kapacitetsproblemer.

Hvis ISP'er skal have mulighed for at levere IPTV som en del af bredbåndsproduktet giver det tekniske udfordringer i forbindelse med udnyttelsen af kapacitet i nettet. Det gælder særligt, hvis IPTV skal fungere som substitution for analogt eller digitalt tv i de formater som YouSee allerede leverer det i.

Der findes en række løsningsmuligheder, som kan bringes i spil for at løse kapacitetsproblemer, herunder IP-multicasting og en kombination af streaming og bulk-

download, udover reorganiseringen af "ø'erne" i nettet. Reorganiseringen af ø'erne er en potentielt omkostningstung metode. En anderledes allokering af frekvensspektret vil dog kunne gennemføres ved at overdrage en del af det spekter som i dag er allokeret til andre tjenester. Det vil dog berøre brugere og f.eks. kræve at kunder med analoge tv-signaler vil skulle justere tv-et i forbindelse med en justering af frekvensspektrets udnyttelse.

IP multicasting kan lade sig gøre i DOCSIS 2.0 og opefter – en del af YouSee's infrastruktur er stadig baseret på ældre DOCSIS modemmer og vil derfor ikke have denne mulighed. Der er desuden teknisk forskel på hvorledes multicast kan opnås i henholdsvis DOCSIS 2.0 og 3.0, hvor DOCSIS 3.0 standarden har langt de bedste muligheder. Dette er dog ikke helt uproblematisk, da multicast ikke direkte er understøttet (men dog kan lade sig gøre) og ingen af DOCSIS standarderne indeholder mulighed for QoS i multicast.

Levering af båndbredde er i dag "best-effort" fra YouSee's side. Der kan derfor som udgangspunkt kun leveres "best effort" til aftagere en et bredbånds engrosprodukt.

Udover IPTV er en anden relateret tv-form undervejs, som måske passer bedre til den QoS, som YouSee kan levere. Det drejer sig om OTT-TV (Over-the-top TV). Video over IP net er steget dramatisk over de senere år og som ved alle andre umodne markeder skyder der en myriade af løsningsforslag op i håbet om at netop denne teknologi får det store gennembrud og dermed og den store indtjening.

OTT-TV leverer, som IPTV fjernsyn eller video via Internettet og dermed også via IP-protokollen. OTT-TV har indtil videre været et Internet fænomen der leverede smalle udsendelser til PC'er. De løsninger, som findes tilbyder typisk en dedikeret klient som bruges til visning af tv-kanalerne. Den kvalitet som tilbydes er væsentligt lavere en f.eks. de digitale tv-signaler som YouSee leverer og de som leveres som IPTV over kobberet i dag. De nyeste set-top bokse kan også håndtere OTT-TV og således vise det på almindelige fjernsyn. Den primære forskel på IPTV og OTT-TV er, at leverandøren ikke har end-to-end kontrol og derfor ikke kan garantere kvaliteten (quality of service). I forbindelse med IPTV ved produkt 2/3 har ISP'en alligevel ikke end-to-end control. End-to-end kontrol for en ISP kan kun opnås med produkt 1.

OTT-TV er - i modsætning til de IPTV implementeringer som findes på kabel - en ren DOCSIS baseret bredbåndsløsning og udfordrer ikke grænserne mellem bredbånd og de øvrige digitale tjenester som YouSee tilbyder over kablerne.

Eventuelle fremtidige implementeringer af IPTV og OTT-TV via en eller flere ISP'er, som opnår stor udbredelse vil ubetinget udfordre kapaciteten i kabel-nettet.

IPTV vurderes kun at være relevant at diskutere i forbindelse med produkt 1, 2 og 3.

4.2.2 IP-telefoni

IP-telefoni er, sammenlignet med IPTV, væsentligt mindre kompliceret og båndbreddekrævende. YouSee leverer i dag IP-telefoni via deres kabel-net og det er Gartners vurdering, at andre udbydere også vil kunne levere denne ydelse uden noget behov for en udbygning af kapaciteten i nettet. IP-telefonien kan leveres via en telefoniserver hos ISP'en, som understøtter coax. Ved produkt 4 vil den kunne leveres som gensalgsprodukt baseret på YouSee's teknologi.

4.3 Problemstillinger i forbindelse med etablering af engrosbredbåndsprodukter på kabel-tv net

I det følgende gennemgås en række problemstillinger, som er væsentlige i forbindelse med at TDC bliver pålagt en adgangsforpligtigelse på kabel-tv nettet. En del af disse problemstillinger er unikke for kabelinfrastrukturen, mens en del ikke er meget forskellige fra åbningen af kobberet.

For det første er der en række operative og administrative processer som skal etableres og dermed systemer som skal tilpasses.

4.3.1 Administrative og operative processer og systemer

Det vil være nødvendigt for YouSee at tilpasse en række systemer, så de kan understøtte udbuddet af engrosprodukter.

Gartner har på baggrund af drøftelser med YouSee og generelle erfaringer med operatører af infrastruktur vurderet at følgende problematikker er nødvendige at løse i de administrative systemer:

Problematik	Beskrivelse
Adskillelse af administrative data	Der skal indføres vandtætte skodder i YouSee's systemer, så oplysninger vedrørende ISP'ers kunder ikke kan udnyttes af YouSee og omvendt.
Provisioneringssystem	YouSee's system til provisionering skal kunne integreres med ISP'ens systemer.
Kunde- og produkthåndteringssystem	Skal gøres tilgængeligt for ISP'er via API eller web tjenester: Her kan ISP'erne bl.a. afgive bestillinger samt se hvornår ordren bliver udført
Indsamling af data	Der findes i dag hos YouSee systemer til indsamling af brugsdata. Evt, skal kapacitet tilføjes og rapporteringssystem tilpasses, så det understøtter engrosprodukterne.
Prismodel	Prismodellen for engrosproduktet kan betyde en ændring i billing og rapporteringssystem.
Billing	YouSee's billing system skal tilpasses til wholesale. Hvis det er flatrate er det meget simpelt, hvis det er med begrænsning skal man gøre det mere detaljeret.

Der er også en række centrale problematikker omkring operative processer og systemer, som det er væsentligt at håndtere i forbindelse med etableringen af engrosprodukter:

Problematik	Beskrivelse
Fejlhåndteringsproces mellem ISP og YouSee	Der bør som en del af produktdefinitionen udarbejdes klare aftaler med tidsfaktorer.
Vedligeholdelse, herunder mellem forskellige parter og YouSee	Der bør som en del af produktdefinitionen udarbejdes klare aftaler om servicevinduer, etc. F.eks. standardtekst i aftale med slutkunder

Problematik	Beskrivelse
Kapacitetsstyring	Det er kritisk at man finder en operativ måde at styre kapacitetsudnyttelsen i nettet på, som sikrer en løbende udbygning og effektiv udnyttelse af nettet.

4.3.2 Kapacitetsstyring og udvikling af nettet

En af de helt centrale problematikker i forbindelse med etableringen af et engrosmarked for bredbånd via kabel består i at styre kapaciteten i HFC infrastrukturen.

Der er to særskilte men relaterede tekniske kapacitetsproblematikker:

1. Den båndbredde som kan leveres til den enkelte bredbåndskunde.
2. Den båndbredde som kan leveres til en gruppe af kunder i en net-ø.

Hvad angår båndbredden til den enkelte kunde, vil man ved overgang fra DOCSIS 2.0 til 3.0 kunne ca. firedoble den kapacitet, som det enkelte modem kan anvende, fordi den giver modemet mulighed for at kombinere flere kanaler samtidigt.

DOCSIS 3.0 giver imidlertid ikke mulighed for at øge den samlede net-kapacitet i en ø. Her vil man primært være henvist til at øge kapaciteten ved at allokere flere frekvenser til bredbånd eller ved at mindske antallet af kunder som deler kapaciteten på net-øen.

Allokering af flere frekvenser er simplere downstream men kræver, at man låner frekvenser som er dedikeret til andre tjenester (forudsat at kapaciteten ikke kan frigøres ved omkonfiguration af den nuværende frekvens/kanalanvendelse). Den samlede kapacitet downstream i en HFC-infrastruktur som YouSee's ligger typisk på 4 – 6 Gbit. YouSee vurderer selv at de vil kunne levere 5 Gbit. I dag udnyttes det meste af kapaciteten til andre tjenester end bredbånd. Ca. halvdelen af frekvensspektret anvendes til analoge signaler, mens den anden halvdel (ca. 2,5 Gbit) anvendes til digitale tjenester, inklusiv bredbånd. Udbygningen af kapaciteten upstream vil derimod være vanskelig og udgøre flaskehalsen i en HFC-infrastruktur.

Den sidste og mest omkostningstunge metode til at udvide kapaciteten pr. bruger, er ved at mindske antallet som deles om en net-ø. Det kræver investering i udstyr og i nogle tilfælde at man trækker nye kabler.

Uanset de tekniske muligheder for udvidelse af kapaciteten, er det væsentligt at sikre, at YouSee sikres incitament og mulighed for løbende at udvide den, så den er tilstrækkelig til at ISP'erne kan levere de produkter de kan sælge på infrastrukturen. For produkt 1 allokeres en vis del af kapaciteten til en ISP og ISP'en vil dermed selv kunne styre kapacitetsudnyttelsen indtil kapacitetsgrænsen for de allokerede frekvenser er udnyttet. Når den er nået kræver en kapacitetsudvidelse tildeling af et nyt frekvensspektrum. Vurderingen er, at man med den nuværende teknologi hurtigt vil løbe tør for upstream kapacitet i denne model. For produkt 2 og 3 kræver kapacitetsstyringen at YouSee og ISP løbende kommunikerer og koordinerer kapacitetsudbud og -efterspørgsel.

Løsningsmodeller kunne være:

- YouSee udbyder puljer af produkter til ISP'er, som er baseret på den aktuelle kapacitet i nettet.
- Engrosprodukterne kan evt. defineres, så man betaler for den anvendte kapacitet, hvilket kan give YouSee et incitament til løbende at justere kapaciteten i nettet.

I en HFC-infrastruktur er effektiv overbooking nøglen til at drive infrastrukturen effektivt. En central problematik i kapacitetsstyringen er derfor overbooking. Ikke alle kunder udnytter hele den købte båndbredde hele tiden, så derfor foregår der altid et niveau af overbooking af nettet, så hvis alle brugere rent faktisk anvendte nettet på samme tid, så ville de ikke få den købte båndbredde. Overbooking er en forudsætning for at drive en omkostningseffektiv infrastruktur og overbooking bliver alt andet lige mere kompleks når der er et antal ISP'ere. Nogle modelberegninger, som bl.a. anvendes af Cisco til dimensionering af CMTS-udstyr forudsætter at man overbooker kapaciteten 10 gange. Det vil sige, at man kan sælge 10 10Mbit bredbåndsforbindelser med en tilgængelig kapacitet på 10 Mbit. I en net-ø med 135 Mbit i usptream kapacitet vil man med denne overbooking have mulighed for at sælge 1 Mbit upstream til 1350 kunder¹.

Så længe anvendelsesmønstrene for ISP'ens kunder og YouSee's kunder ligner hinanden, er der ingen grund til at overbookningen bliver mere kompliceret med engrosprodukter. Hvis en ISP imidlertid vælger f.eks. at distribuere IPTV med traditionelle tv-kanaler i primetime, vil overbookningsfaktoren på 10 give performanceproblemer, fordi mere end 1 ud af 10 ser fjernsyn i prime time.

Det er Gartners vurdering, at produkt 4 giver den enkleste styring af kapacitet, mens produkt 2 og 3 øger kompleksiteten i styringen af kapaciteten væsentligt. Vurderingen bygger på den forudsætning, at produkt 2 og 3 giver ISP'er mulighed for selv at definere produkter, mens produkt 4 består af gensalg af de produkter, som YouSee vælger at udbyde. Ved at YouSee kontrollerer produktudbuddet styrer de også udnyttelsen af kapaciteten i nettet og det vil derfor være en simplere proces at styre udviklingen i kapacitet.

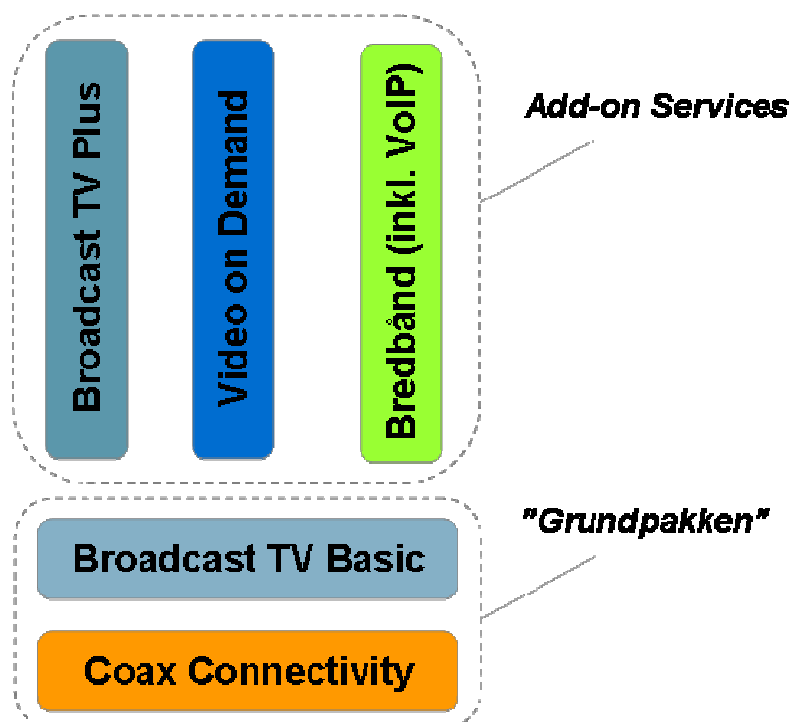
Som bl.a. Figur 3 viser på side 9 bliver kapaciteten i HFC-infrastrukturen delt mellem bredbånd og andre digitale og analoge tjenester og disse produkter konkurrerer om kapaciteten i nettet. Det er derfor kritisk, at man finder en model for, hvordan man sikrer tilstrækkelig kapacitet til bredbånd i forhold til de andre produkter. Spørgsmålet er dermed, hvem der skal prioritere, hvor meget af kapaciteten, som skal gå til hvilke formål.

Hvis ikke dette reguleres, vil man sandsynligvis komme til at stå i en situation, hvor en ISP's muligheder for at udbyde bredbåndsprodukter indskrænkes. Det vil bl.a. ikke være muligt at tilbyde IPTV med den nuværende downstream kapacitet.

4.3.3 Bredbånd med eller uden tv-signal

YouSee's produkter, som i dag tilbydes via kabel er illustreret i Figur 11. Den er baseret på at man som minimum køber en tv-pakke basic og har mulighed for at købe diverse ekstra produkter, herunder bredbånd.

¹ YouSee oplyser, at øer designes efter at passere ca. 4000 hjem. Dette tale bevæger sig mod 3000. YouSee har typisk bredbånd hos 30% af de hjem som passerer, hvilket med en ø-størrelse på 4000 giver 1200 bredbåndskunder.

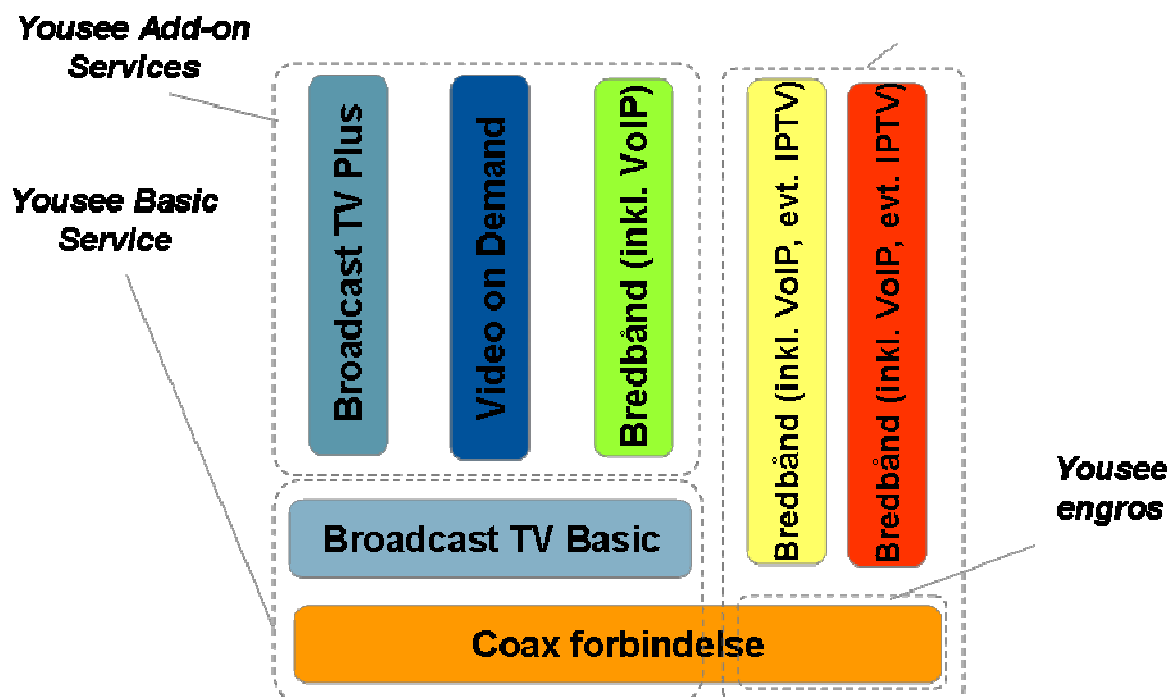


Figur 11: Strukturen i YouSee's nuværende produkter

Hvis man forpligter YouSee til at tilbyde engrosbredbånd via kabelinfrastrukturen er det væsentligt at afklare, om YouSee kan kræve, at en kunde køber YouSee's basale tv-pakke for at kunne købe bredbånd hos en ISP, eller om man kan nøjes med at købe en bredbåndspakke fra ISP'en.

Problematikken er parallel til, hvis man på kobberet var tvunget til at have et telefonabonnement hos ejeren af kobberet for at kunne få etableret en bredbåndsforbindelse.

Figur 12 illustrerer, hvordan man efter Gartner vurdering bedst strukturerer engrosmarkedet, så bredbåndskunder ikke tvinges til at købe et basic analogt tv-signal.



Figur 12: Gartner's foreslåede struktur efter etablering af et engrosmarked.

Kabel-tv infrastrukturen hos YouSee anvendes i dag både til analog tv og radio samt til diverse digitale tjenester. Mens man for de digitale tjenester har software-baserede løsninger på styring af adgang, så sker styringen af adgangen til de analoge tjenester ved hjælp af et enkelt fysisk filter. Dette filter indsættes i det lokale fordelingsnet og fungerer ved at man i det kabel, som føres til kunden blokerer for frekvenser højere end en bestemt grænse (low-pass filter).

Denne simple metode til styring af adgang betyder, at der er tekniske/omkostningsmæssige udfordringer knyttet til at tilbyde en "ren" coax forbindelse, som vist i Figur 12.

Det er muligt at løse det teknisk ved at benytte en anden type filter end low-pass filteret. Det forudsætter dels at en YouSee tekniker udskifter filteret og at der på markedet findes et sådant filter tilgængeligt. Gartner har ikke positivt bekræftet, at der findes producenter som aktivt markedsfører et sådant filter, men det er bekræftet at filtrene har været i produktion.

Det kunne også være en mulighed, at anvende low-pass filtre og ændre frekvensspektret, så DOCSIS downstream kanalerne befinder sig nederst i frekvensspektret. Det vil give mulighed for at blokere for det analoge tv-signal mens der gives adgang til bredbånd.

På det tidspunkt, hvor man ophører med at sende analoge signaler i kabel-tv infrastrukturen, vil det være uden væsentlige problemer og omkostninger at tilbyde en ren coax-forbindelse. Det sker, fordi adgangen til digitale tjenester ikke styres via adgang til frekvenser, men ved at styre adgangen i softwaren.

Samlet set vil man så længe der sendes analoge signaler skulle investeres i nye filtre og ændring af frekvensspektret for at kunne tilbyde en ren coax-forbindelse. Det er som beskrevet ovenfor imidlertid muligt at løse. Så snart de analoge signaler slukkes ophører problemstillingen desuden med at eksistere.

4.3.4 Dynamisk eller statisk deling af frekvenser i HFC nettet

Produkt 1 adskiller sig fra de resterende produkter ved at være baseret på en statisk fordeling af kapaciteten (frekvenserne) i HFC infrastrukturen.

Et centralt teknisk valg består i, hvorvidt frekvenser i HFC nettet tildeles dynamisk eller statisk. Produkt 2 og 3 er baseret på dynamisk deling af kapacitet, mens produkt 1 er baseret på den statiske.

Hvis frekvenserne deles statisk, vil al trafik fra en bestemt ISP ske i et bestemt frekvensspektrum i HFC-infrastrukturen. Hvis den deles dynamisk vil al trafik deles om de samme frekvenser og blive splittet efter CMTS.

Den dynamiske deling af frekvenser har følgende karakteristika:

- Giver en simpel mulighed for at flere ISP'er af forskellig størrelse kan få adgang til at levere bredbånd via kablerne.
- Et kabelmodem kan modtage en ny konfigurationsfil, hvor det tilmelder sig et andet VRF som dermed danner grundlag for at splitte trafikken på Layer-3 ved at konfigurere den router som enten er en del af CMTS eller er tilknyttet CMTS.
- YouSee's DHCP server tildeler ip-adressen til kabelmodemet mens enten ISP eller YouSee's DHCP server kan stå for tildeling af ip-adresser til slutbrugerudstyr.
- YouSee er ansvarlig for at konfigurere modems rigtigt og administrerer CMTS.
- Effektiv udnyttelse af de begrænsede upstream-frekvenser
- Giver mulighed for at sikre ligebehandling mellem ISP'er inkl. ligebehandling mellem YouSee som ISP og alternativer udbyder.
- YouSee har fuld kontrol over styring og udbygning af kapacitet i nettet.

Den statiske deling af frekvenser har følgende karakteristika:

- ISP beslutter hvilke data transfer rates, som man ønsker at tilbyde i den frekvenspulje, som man har fået tildelt.
- Konfiguration af modems kan foregå hos YouSee eller ISP'en.
- ISP er ansvarlig for den bedst mulige udnyttelse af det tilgængelige frekvensspektrum
- Modellen vil betyde større initiale investeringer for en ISP, fordi man inden at have hvervet en kunde må købe adgang til en CMTS, og et frekvensområde, som vil kunne dække hundredvis af kunder.

En finsk arbejdsgruppe nedsat af de finske myndigheder med medlemmer fra en lang række repræsentanter fra infrastrukturejere, ISP'er og teknologileverandører har analyseret muligheden for at opdele det tilgængelige frekvensområde og anbefaler ligeledes en dynamisk model, som den bedste model.¹

4.3.5 Blandede øer

HFC infrastrukturen har i dag blandet ejerskab. Det vil sige at en del af den sidste ende af infrastrukturen ejes af bl.a. antenneforeninger og andelsforeninger men drives af YouSee. Se Figur 2. Det blandede ejerskab udgør en aftalemæssig problematik, som ikke vurderes i denne rapport.

¹ OPERATOR INTERFACES FOR BROADBAND CONNECTIONS, Rapport publiceret af FICORA (Finnish Communications Regulatory Authority), 28. januar 2005.

Situationen i dag er imidlertid også den, at HFC infrastrukturen ikke helt matcher den kommercielle opdeling af forretningen. Det vil sige, at den indeholder en blanding af kunder, som er reguleret af aftaler direkte med YouSee og aftaler med bl.a. andelsforeninger og antenneforeninger.

YouSee's mulighed for at regulere adgangen til analoge tjenester indenfor en \emptyset , består i at sætte filtre op. Et filter blokerer for signaler i et bestemt frekvensområde og da bestemte tv-kanaler eller bredbånd anvender bestemte frekvensområder indenfor en \emptyset , kan filteret på den måde spærre for adgang. (Se dog begrænsningerne ved filter i afsnit 4.3.4)

Disse filtre anvendes i begrænset omfang, fordi der er en omkostning knyttet til at justere dem. Den består i, at en servicetekniker fysisk skal sætte filteret op. Derfor er situationen den, at man indenfor en \emptyset , i mange tilfælde vil kunne tage et kabelmodem, som er lejet indenfor rammerne af f.eks. en antenneforening og flytte det til et privat hjem indenfor samme \emptyset . Aftalen, som er tegnet med antenneforeningen kan dermed i praksis bruges som bredbåndstjeneste i det private hjem. Samlet set lever YouSee i dag med en forretning, hvor det tekniske system ikke helt understøtter de aftaler, som er indgået.

I en situation, hvor ISP'er sælger bredbånd til kunder i blandede \emptyset er, vil man derfor kunne opleve det samme fænomen, som er beskrevet ovenfor. En privatkunde, som har købt bredbånd fra en ISP, vil derfor potentielt kunne tage sit modem med over i andelsforeningen på samme \emptyset og anvende modemmet der.

Det bør overvejes i denne forbindelse, om man mener at denne problematik er væsentlig. I sidste ende opfatter Gartner dette som en kommerciel/juridisk beslutning. Det bør medtages i beslutningen at hvis antenneforeninger og andelsforeninger accepterer (eller bliver tvunget til at acceptere), at deres medlemmer får lov til at vælge at købe bredbånd via kabel, hos andre udbydere, forsvinder problematikken.

Hvis man mener at problematikken står i vejen for at etablere et engrosmarked, så kan løsningen være en fysisk opdeling af nettet i "rene" \emptyset er. En fysisk opdeling af nettet for at adskille de YouSee ejede og de forenings ejede net vil være krævende. YouSee skønner, at omkostningen vil være mindst 600 mill. kr. excl. graveomkostninger - og vil tage adskillige år at gennemføre. YouSee skønner endvidere at graveomkostningerne vil ligge i mindst samme størrelsesorden.

5.0 Økonomiske konsekvenser af de tekniske løsninger

De økonomiske konsekvenser, som udredes i denne rapport omhandler de omkostninger som YouSee vil have i forbindelse med implementering og drift af engrosprodukter på bredbånd på kabel-tv platformen og vil være af en karakter, så de kan anvendes som udgangspunkt for en beslutning af, om de udvalgte engrosprodukter har en mulighed for at være interessante for engroskunder.

5.1 Nødvendige investeringer ved produkt 1

Produkt 1 indebærer investeringer både for YouSee og ISP'erne for at komme til at fungere.

YouSee's investeringer vil væsentligst bestå i udbygning af kapacitet. Investeringerne er et resultat af, at den statiske tildeling af frekvenser (kapacitet) sætter begrænsninger for effektiv overbooking af kapaciteten.

Gartner har ikke forsøgt at estimere investeringerne, men vurderer på baggrund af dialog med YouSee, at investeringerne er væsentlige og i første omgang kun begrundet i at man skal bruge mere frekvensspektrum for at kunne dele frekvenser statistisk.

Anvendelsen af frekvensspektret på en anden måde vil øge downstream kapaciteten. I dag er ca 5% af downstream kapaciteten allokeret til bredbånd, mens resten anvendes til andre analoge og digitale tjenester.

Den mest komplicerede og omkostningstunge forøgelse af kapaciteten er i upstream.

Der er muligheder for at øge upstream-kapaciteten, hvis man udnytter frekvensområdet op til 85 MHz. Det er allerede understøttet i den DOCSIS standard som YouSee fremover baserer sig på. Det vil kunne give en upstream kapacitet på ca. 250 Mbit i stedet for de nuværende ca. 135 ved at antallet af kanaler udvides. Det vil kræve udskiftning af filtre og forstærkere og således udgøre en væsentlig investering. Det betyder også, at man ofrer det frekvensområde som anvendes til FM. Der er dog en vis mængde støj i dette område, så implementeringen er ikke uproblematisk og anvendes kun få steder. DOCSIS 3.0 anvendes pt. også kun af YouSee til 65 MHz., men standarden understøtter udvidelse af frekvensspektret op til 85 MHz, så det er en teoretisk muligt, men forholdsvis uprøvet i praksis, da DOCSIS 3.0 standarden stadig må betegnes som forholdsvis ny.

Den anden og dyreste mulighed er at reducere størrelsen på ø'erne for at færre kunder skal deles om den samme upstreamskapacitet.

YouSee vurderer, at der kun er plads til en yderligere udbyder i upstream-området med denne model. Hvis man stiller en upstream kanal til rådighed til en ISP vil det give mulighed for 27 Mbit. Hvis man forudsætter en overbookningsfaktor på 10 vil en ISP kunne sælge f.eks. 100 tilslutninger med opstrømskapacitet på 2,7 Mbit i en given net-ø. Gartner har ikke vurderet, hvor vidt dette – givet de nødvendige investeringer – vil udgøre en interessant mulighed for en ISP.

Produkt 1 vil indebære de største samlede investeringer hos YouSee og ISP'er. Investeringerne vil ikke resultere i mere kapacitet, men vil til gengæld give en ISP fuld kontrol over serviceniveauet.

For både produkt 2,3, og 4 gælder at YouSee har mulighed for at styre de modemmer, som skal fungere i infrastrukturen. Det vil derfor være relevant at stille krav til ISP'er om at modemmer skal være DOCSIS 3.0 compliant. YouSee er pt. i gang med en opgraderingsproces, så alle modems bliver 2.0 og 3.0 kompatible og det vil gøre forandringer i nettet og styring af kapacitet mere komplekst hvis man tillader f.eks. DOCSIS 1.1 modemmer.

Det er imidlertid ikke tilstrækkeligt at stille krav om DOCSIS 3.0 modemmer for at sikre at de fungerer i nettet. For at kunne styre modemmemnes opførsel og være sikker på at de kan konfigureres af YouSee bør man enten anvende YouSee's modemmer eller indføre en certificeringsproces (for eksempel i form af whitelisting) for modemmer, som giver YouSee mulighed for at sikre interoperabilitet i forhold til nettet, før modemmerne anvendes.

5.2 Nødvendige investeringer ved produkt 2, 3 og 4

Produkt 2 og 3 indebærer at YouSee skal gennemføre en række justeringer af de administrative og operative systemer.

Den væsentligste ændring består i indførsel af vandtætte skodder mellem YouSee og ISP'er i de administrative systemer, så det ikke er muligt for YouSee at få informationer om en ISP's kunder og omvendt.

De nødvendige justeringer i YouSee's systemer er listet i nedenstående tabel:

System	Ændring	Vurderet omkostning
Billingsystem til engroskunder	YouSee's billing system skal tilpasses, så det	< 1mio. kr.

System	Ændring	Vurderet omkostning
	understøtter billing af engroskunder via kabel.	
Tilpasning af provisioneringssystem	Indførelse af vandtætte skodder og tilpasning i forbindelse med servicering af ISP'er.	3 – 4 mio. kr.
Kunde- og produkthåndteringssystemer	Udarbejdelsen af API'er (web tjenester) som ISP'er kan benytte i forbindelse med salg af produkter, samt indførelse af vandtætte skodder. (Parallelt til Columbine systemet, som anvendes i forbindelse med bredbånd over kobber)	4 – 6 mio. kr.
Charging data record	Tilpasning af de data som gemmes og rapporteres i forbindelse med engrosprodukterne	2 – 3 mio. kr.
Fejlhåndtering	Tilpasning af fejlhåndteringssystemer, så f.eks. status kan kommunikeres til ISP'er.	1 - 2 mio. kr.

I alt vurderes det, at man vil kunne gennemføre de nødvendige systemændringer til at understøtte produkt 2, 3 og 4 for 10 – 16 mio. kr. Vurderingen er baseret på en overordnet dialog med TDC vedrørende karakteren af de nødvendige ændringer, samt Gartners generelle erfaringer med kompleksitet og omkostninger vedrørende tilpasninger af lignende IT-systemer. Estimerne er fremkommet ved hjælp af erfaringstal fra Gartners database, baseret på hvad funktionalitet koster ved en given kompleksitet – som typisk ikke varierer synderligt fra branche til branche.

5.3 Investeringer i udbygning af HFC-kapaciteten

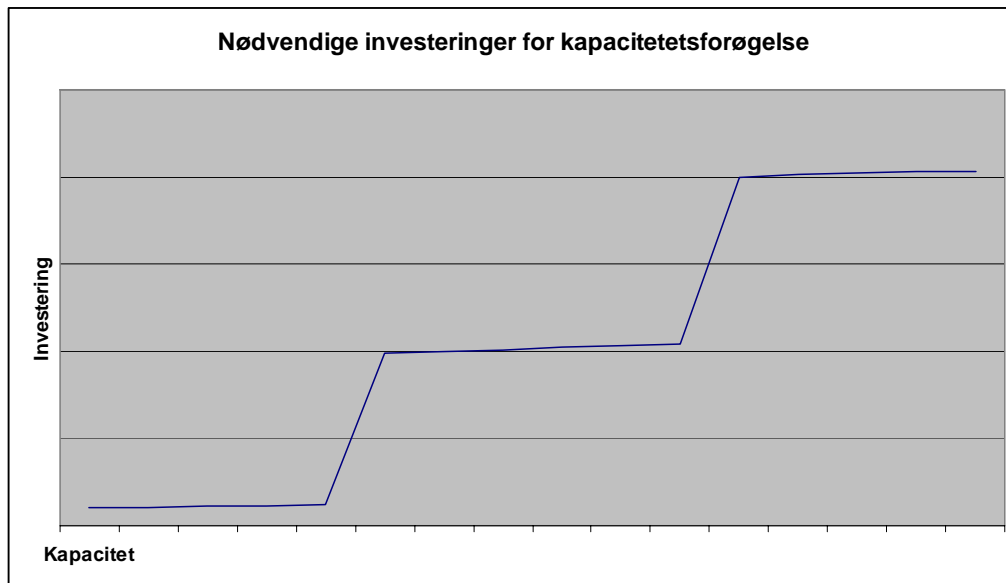
De ovenstående estimater for nødvendige investeringer i udbygningen forudsætter, at der ikke er behov for at udvide kapaciteten i YouSee's net udover de kapacitetsudvidelser, som allerede er planlagt af YouSee uafhængigt af en eventuel åbning af et engrosmarked for bredbånd.

Hvorvidt der vil blive behov for at udbygge kapaciteten i infrastrukturen afhænger primært af følgende faktorer:

- De produkter som sælges.
- Kundernes anvendelsesmønstre.
- Hvor vidt åbningen af et engrosmarked vil betyde at flere kunder efterspørger bredbånd via kabel i stedet for kobber, fiber eller mobile dataforbindelser.

Det er Gartners vurdering, at realiseringen af produkt 4 ikke kræver udbygning af kapaciteten i HFC-infrastrukturen, som er forårsaget af udbuddet af engrosprodukter.

I en HFC-infrastruktur er der ikke en lineær sammenhæng mellem kapacitetsforøgelse og investering. Der er snarere tale om en trinvis udvikling som illustreret i Figur 13.



Figur 13: Sammenhæng mellem kapacitet og nødvendige investeringer i infrastrukturen

Dette forhold gælder de fleste produktionsplatforme og det er væsentligt, at man i forbindelse med åbningen af et engrosmarked tager hensyn til dette forhold.

Alt andet lige vil åbningen af et engrosmarked betyde, at YouSee's evne til at forudsige kapacitetsbehov mindskes, fordi man ikke længere kontrollerer markedsføringen.

Åbning for salg af engrosprodukter vil derfor være en indskrænkning af det råderum, som Yousee i dag har mht. at optimere driften af kabel-tv nettet. Denne indskrænkning vil, alt andet lige, have karakter af en administrativ omkostning. Den administrative omkostning vil være lavere for produkt 4 end for produkt 2/3.

Det er efter Gartners vurdering mindre sandsynligt, at man ved produkt 4 i sig selv vil opleve væsentlige behov for at udbygge kapaciteten, med mindre åbningen af engrosmarkedet betyder at væsentligt flere kunder vil vælge bredbånd via kabel frem for via en af de andre infrastrukturer.

Det er Gartners vurdering efter dialog med TDC, at en åbning af et engrosmarked med produkt 2, 3 eller 4 ikke i sig selv kræver en forøgelse af kapacitet i nettet udover den TDC allerede har planlagt.

Det er Gartners vurdering, at behovet for udbygning af kapaciteten i HFC-infrastrukturen er mere sandsynligt ved valget af produkt 2/3. Det gælder især, hvis ISP'er udbyder IPTV.

5.4 Påvirkninger af driftsomkostninger

Åbningen af et engrosmarked for bredbånd vil - udover de nødvendige investeringer - påvirke YouSee's driftsomkostninger. Det drejer sig om omkostninger i forbindelse med etablering af en organisation til at varetage salg af engrosproduktet, samt øgede driftsomkostninger i forbindelse med administration og styring af systemer.

Det er Gartners overordnede vurdering, at 3 - 6 årsværk vil være en realistisk størrelsesorden for løsningen af denne opgave. Opgavens størrelse afhænger af antallet af ISP'er, produktvarianter og slutkunder.

YouSee vil afhængigt af, hvordan man vælger at håndtere styringen af modemmer på infrastrukturen, enten få udgifter til håndtering af modemmer eller til at gennemføre certificeringer af modemmer.

6.0 Samlet vurdering af produkter

Produkt 1:

- Giver ISP'en det højeste niveau af selvstændighed i forhold til at definere og levere produkter.
- Indebærer væsentligt større samlede investeringer end de tre andre produkter.
- Forhindrer effektiv overbooking af kapacitet og driver dermed prisen for slutbrugeren op, sammenlignet med de andre produkter.
- Gør ændringer af kapacitetsudnyttelsen i nettet til en kompliceret proces, som ikke vil kunne varetages af markedet selv.
- Gør det administrativt meget besværligt at åbne for en ISP som vil ind på markedet, fordi det kræver ændring i frekvensallokeringen.

Produkt 2:

- Giver ISP'en et lavere niveau af selvstændighed i forhold til at definere og levere produkter end produkt 1.
- Sikrer lavere barrierer for ISP'er end produkt 1. En ISP vil ikke her skulle investere i administrativt og operativt udstyr som ved produkt 1.
- Giver i forhold til produkt 3 konkurrence på backbone nettet. Det giver mulighed for at spillere med eget backbone fiber vil kunne udnytte det eller vil kunne købe sig til backbone kapacitet på et marked.
- Kræver investeringer i størrelsesordenen 10 – 16 mio. kr. for YouSee til tilpasning af administrative og operationelle systemer.
- Øger kompleksiteten i styringen af kapaciteten i nettet. Giver mulighed for at lade markedet justere kapacitet i HFC infrastrukturen, forudsat at der defineres en prismodel, som giver de rigtige incitamenter.
- Giver mulighed for fleksibilitet i forhold til om ISP ønsker selv at investere i udstyr til at tilbyde VOIP eller om YouSee's VOIP gensælges.

Produkt 3:

- Giver i forhold til produkt 2 mulighed for at en ISP kan nøjes med at etablere ét udtag fra YouSee's net.

Produkt 4:

- Giver den laveste entry-barriere for ISP'er.
- Investeringsbehovet hos YouSee vil være lidt mindre end med produkt 2 og 3.
- Giver begrænset mulighed hos ISP'er for at differentiere sig.
- Forenkler styringen af kapaciteten i nettet i forhold til produkt 2/3.

Samlet set må produkterne 2, 3 og 4 betegnes som mere attraktive end produkt 1, fordi de giver en bedre udnyttelse af kapaciteten i YouSee's infrastruktur og fordi produkt 1 vil være meget vanskeligt at styre effektivt som marked.

Produkt 2 og 3 varierer kun i forhold til, om en ISP får adgang til trafikken centralt eller decentralt og produkt 2 vil derfor være attraktivt for ISP'ere med allerede eksisterende infrastruktur og adgang til Internet.

Valget mellem produkt 2(3) og 4 afhænger bl.a. af en afvejning mellem størrelsen af de initiale investeringer hos ISP'er og ISP'ernes mulighed for at differentiere sig. En gensalgsløsning vil være særdeles billig at etablere for en ISP, men giver til gengæld ikke de samme muligheder for at differentiere sig, som produkt 2/3 i forhold til at tilbyde f.eks. VoIP.

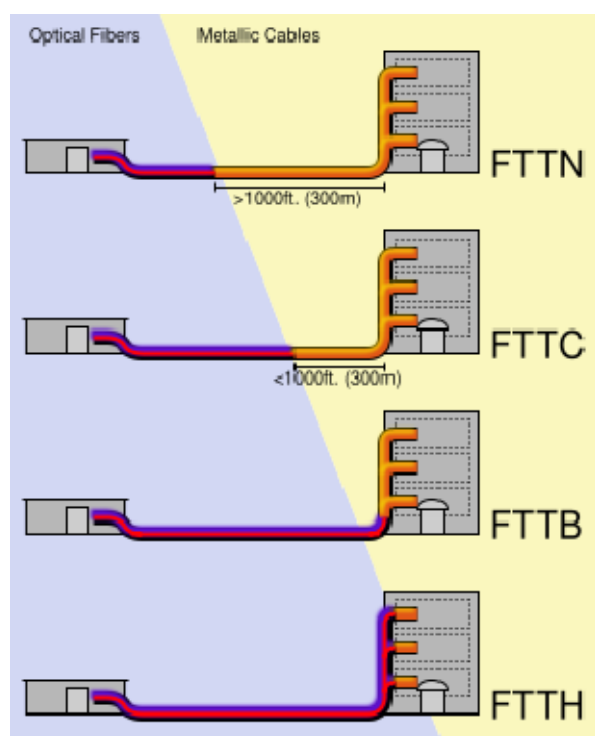
Produkt 1, 2 og 3 vurderes at være de eneste produkter, som på sigt kan understøtte ISP'ers muligheder for at tilbyde triple-play i form af bredbånd, IPTV og IP-telefoni. Mens IP-telefoni kan tilbydes uden væsentlige investeringer i YouSee's infrastruktur, vil IPTV betyde et behov for at øge kapaciteten i nettet.



■ ■ ■ ■ Bilag

Bilag 1: Forskellige modeller for fiber.

Forskellige modeller for erstatning af elementer i en net-arkitektur med fiber.



FTTN: Fiber to the node.

FTTC: Fiber to the curb (kantstenen)

FTTB: Fiber to the building

FTTH: Fiber to the home

Bilag 2: Anvendte forkortelser i rapporten

ISP	Internet Service Provider
QAM	Quadrature Amplitude Modulation. Metode som anvendes til at sende data over coax-kabler.
MPEG	Moving Picture Experts Group. Metode til kompression af levende billeder. MPEG-2 og MPEG-4 er de mest udbredte standarder.
IPTV	Internet Protocol Television. TV-signaler leveret over et ip-net med dedikeret udstyr, som sikrer kvaliteten af signalet
HDTV	High-Definition Television

SDTV	Standard Definition Television
OTT-TV	Over-The-Top-TV. Bl.a. web-tv som udnytter den almindelige Internet infrastruktur.
DVB-C / DVB-C2	Standarder for transmission af digitale tv-signaler over kabel.
DOCSIS (1.1, 2.0, 3.0)	Data Over Cable Service Interface Specification. Standard for hvordan man sender data over coax-kabler.
VoIP	Voice-over-IP. Teknologi/systemer som anvendes til at levere telefoni over IP-baserede dataforbindelser.
L3 router	Layer-3 router. Fungerer på datalaget (IP) i OSI-modellen.
VoD	Video-on-Demand
PAL	Standard som anvendes til analogt farvefjernsyn
HFC	Hybrid-Fiber-Coaxial. En evolution af coax-net, som anvender fiber i den centrale del af nettet og coax det sidste stykke til hjemmet.
VRF	virtual routing and forwarding

