

The background features a dark blue field with several horizontal bands of color: light blue, light green, red, yellow, purple, and orange. Scattered across these bands are small squares in various colors, including blue, green, red, yellow, and purple, creating a pixelated or mosaic effect.

Annex

Nederland Breedbandland

EXPERTGROEP BREEDBAND

Annex

Nederland Breedbandland

DEN HAAG, 30 MEI 2002

Inhoud

Inleiding	4
A Naar een generiek model voor breedbandtoegang op lokaal niveau	5
A.1 Ordening van marktmodellen met de ICT-kubus	5
A.2 Belangrijke issues bij de aanleg van nieuwe glasvezelnetwerken	7
A.3 Generiek analysemodel voor nieuwe breedbandige netwerken	16
B Kostenaspecten bij glasvezel toegangsnetwerken	23
B.1 Kostenstructuur passieve infrastructuur	23
B.2 Kostenstructuur actieve infrastructuur	26
B.3 Kostenstructuur Service Provision diensten	27
B.4 Totale kostenstructuur infrastructuur	27
B.5 Conclusie voor de aanleg van infrastructuur	28
C Overzicht van belangrijke Nederlandse initiatieven voor FttH-netwerken	30
D Technieken bij breedband toegangsnetwerken	32
D.1 Breedbandtoegang via kabeltelevisienetwerken	32
D.2 Breedbandtoegang via telefoonnetwerken	33
D.3 Breedbandtoegang via glasvezelnetwerken	34
E Breedbanddiensten in relatie tot benodigde bandbreedte	36
F Lijst van geïnterviewden	37
G Geraadpleegde literatuur	38

Inleiding

In de rapportage *Nederland Breedbandland* presenteert de Expertgroep Breedband haar visie op de toekomstige ontwikkelingspaden voor breedband in Nederland. Deze annex biedt achtergrondinformatie bij dit hoofdrapport.

De Expertgroep is eind 2001 in het leven geroepen om advies uit te brengen aan het kabinet in de persoon van de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat. Het betreft een zoektocht hoe markt en overheid gezamenlijk de breedbandmarkt een impuls kunnen geven. In het hoofdrapport wordt een aantal knelpunten geconstateerd, met name bij de aansluitnetwerken (de *local loop*). Dit komt door inherente beperkingen in de bestaande aansluitnetwerken die opspelen wanneer niet alleen hoge communicatiesnelheden maar ook een hoge aansluitpenetratie en gelijktijdigheid in gebruik worden nagestreefd. Hoewel de bestaande infrastructures door opwaardering een belangrijke rol zullen spelen bij de verdere ontwikkeling van de breedbandmarkt is de uiteindelijke overgang naar glasvezel vanaf de woonhuizen onvermijdelijk.

Een tijdige aanleg van nieuwe netwerkinfrastructuren in de local loop vormt een belangrijke voorwaarde voor succesvolle doorontwikkeling van de breedbandmarkt. De gevestigde telecom- en kabelbedrijven verkeren echter momenteel financieel in moeilijke tijden en zijn nauwelijks in staat zelfstandig te investeren in nieuwe vaste infrastructures in de local loop. De oplossing van het capaciteitsprobleem in de *first mile* vraagt met name om nieuwe businessmodellen voor breedband. Op dit moment blijken de marktpartijen de businesscases voor de aanleg van glasvezelnetwerken vanaf woonhuizen nog onvoldoende sluitend te krijgen.

Een belangrijk deel van deze annex beslaat de uitwerking van een generiek model voor de aanleg van lokale breedbandnetwerken – in het bijzonder *Fibre-from-the-Home*-initiatieven. In deel A introduceren we allereerst een aantal belangrijke marktordeningsvraagstukken aan de hand van een zogenaamde ICT-kubus. Na een bespreking van belangrijke issues bij de aanleg van nieuwe netwerken presenteren we in deel A vervolgens een generiek analysemodel. Deel B sluit daarop aan en gaat uitgebreid in op de kostenaspecten bij de aanleg van nieuwe netwerken.

* Deze annex dient als achtergronddocument en bronmateriaal voor de hoofdrapportage. Het is mogelijk dat de visies van individuele leden van de Expertgroep op enkele punten kunnen afwijken van de tekst uit deze annex.

Deel C voorziet in een overzicht van een aantal belangrijke Nederlandse initiatieven voor breedbandnetwerken. Deel D beschrijft breedbandtechnieken, zowel bij kabel-, telefonie- als bij glasvezelnetwerken. Deel E geeft een indruk van de mogelijkheden voor breedbandtoepassingen bij verschillende transmissiesnelheden. Deze annex sluit af met de delen F en G die respectievelijk een lijst met geïnterviewde personen en geraadpleegde literatuur bevatten.*

Naar een generiek model voor breedbandtoegang op lokaal niveau

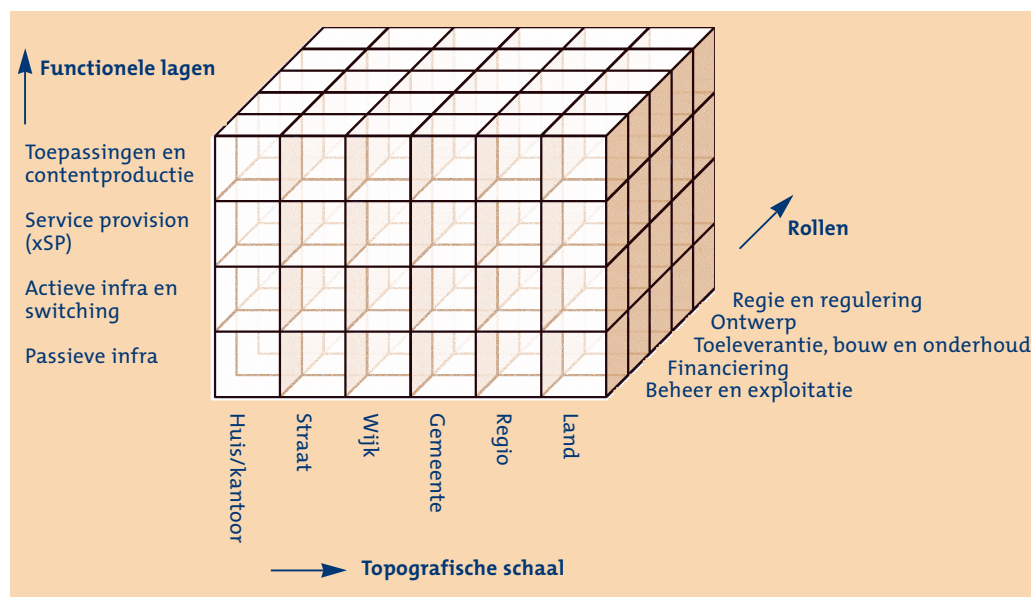
In de zoektocht naar nieuwe businessmodellen voor de aanleg van lokale breedbandnetwerken heeft de Expertgroep enkele bestaande modellen voor glasvezelinitiatieven in onder meer Amsterdam, Rotterdam, Almere, Deventer en Nuenen naar een meer generiek niveau getild. Het door de Expertgroep opgestelde generieke analysemodel heeft als doel belangrijke leermomenten vast te stellen en richtingen en mogelijkheden aan te geven ter ondersteuning van de verdere ontwikkeling van specifieke business-cases. Tevens besteedt het model aandacht aan de geografische opschaling door koppeling van lokale initiatieven. Het generieke model is *niet* bedoeld als blauwdruk. Voordat we het generieke model in paragraaf A.3 presenteren, bespreken we allereerst de complexiteit en de mogelijke veranderingen in de marktordening van de toekomstige breedbandmarkt aan de hand van een zogenaamde ICT-kubus. In paragraaf A.2 volgt bespreking van de belangrijke issues die spelen bij de aanleg van nieuwe lokale breedbandnetwerken. De issues worden besproken aan de hand van functionele lagen uit het kubus-model die in de volgende paragraaf worden toegelicht.

A.1 Ordening van marktmodellen met de ICT-kubus

De realisatie van grootschalige breedbandige toegangsnetwerken vraagt wellicht om nieuwe marktstructuren en sterke veranderingen in marktordening. Om inzicht te krijgen in de grote verscheidenheid van mogelijke ordeningen wordt hier de ICT-kubus voorgesteld.¹ Deze algemene aanpak is al voor meerdere typen infrastructuren uitgewerkt (spoorwegen, watervoorziening). In dit document wordt de kubus specifiek op breedbandtoegang toegepast. De kubus onderscheidt drie dimensies waarop de marktpartijen kunnen worden afgebeeld. De uitgewerkte kubus bestaat in totaal uit 120 compartimenten (zie figuur A.1). Voor een goed functionerende markt is het nodig dat al die compartimenten op afdoende wijze zijn ingevuld. Het spreekt voor zich dat het niet zinvol is ieder ervan aan een verschillende marktpartij toe te kennen. Clustering kan ervoor zorgen dat logische compartimenten samengevoegd worden en dat er zo een realistisch werkende marktordening ontstaat. De kubus kan een belangrijk hulpmiddel zijn bij het identificeren van mogelijke clusters. Tussen die clusters kunnen vervolgens verschillende stromen uitgewerkt worden (zoals geldstromen en afspraken over het Service Level Agreement).

Zoals gezegd onderscheidt de kubus drie dimensies. De eerste dimensie is die van de topografische schaal: de infrastructuren van het netwerk strekken zich uit vanuit de ('vaste' en mobiele) gebruiker; voor vaste netdiensten betekent dit het huis of kantoor. De volgende topografische markatiepunten zijn: straat, wijk, gemeente, regio en land (aansluitend op de nationale context van de expertgroep worden hogere niveaus zoals continent en wereld hier niet meegenomen).

¹ Dit model is gebaseerd op het werk van prof. N. Baken, TU Delft.



Figuur A.1: De ICT-kubus

Bron: Prof. N. Bakken

De tweede dimensie is die van de functionele lagen: de opbouw van de infrastructuur is in een aantal hoofdfuncties te decompeneren. Een gebruikelijke technische onderverdeling is die in de zeven zogenaamde OSI-lagen. Omwille van de beoogde praktische toepasbaarheid van het model beperken we ons hier tot een viertal functionele lagen die duidelijk herkenbaar zijn in het economische krachtenveld:

- De eerste en onderste laag is die van de passieve infrastructuur. Hierin vinden we onder meer de buizen ('ducts'), bekabeling (glasvezel of anders) en de opstelplaatsen voor apparatuur (zoals wijkcentra). De buizen worden in geulen in de grond gegraven.
- De tweede laag, die van de actieve infrastructuur en switching, kan worden gezien als de fabriek die de wholesale-diensten levert, die zelf weer de grondstof vormen voor de retail-diensten in de hogere lagen. Meer specifiek kan er gesteld worden dat deze laag transmissiecapaciteit afneemt van laag één en transmissiediensten levert aan laag drie. Afspraken over deze transmissiediensten kunnen bijvoorbeeld in een Service Level Agreement (SLA) worden vastgelegd. Deze laag verzorgt ook de 'service aggregation': de juiste schakeling van de eindgebruikers met de door die eindgebruiker gekozen service providers (zie de derde laag). Binnen deze tweede laag vinden we onder meer de actieve infrastructuur in de wijkcentra, zoals schakelsystemen (switching) met daarin optische poorten, transmissie-apparatuur en netwerkbeheer. Soms zijn delen van de actieve infrastructuur op verschillende punten in de wijk geplaatst (bijvoorbeeld de regeneratiepunten bij de zogenaamde ePON techniek). Ook de netwerkaansluitpunten bij de gebruikers thuis worden in beginsel tot deze laag gerekend. Optioneel kunnen op deze laag ook toegevoegde-waardediensten geleverd worden aan de bovenliggende laag, zoals billing, autorisatie of rechtenbeheer (Digital Rights Management; DRM).
- De derde laag is die van de zogenaamde Service Provision (of Service Providers, SP's). De SP's leveren toegangsdiensten tot de contentlaag, zoals toegang naar het internet, televisie, video-on-demand of telefonie. Als verzamelnaam gebruiken we de term xSP, waarbij de letter x voor een bepaald type diensten staat.
- De vierde en bovenste laag van de tweede dimensie is die van de breedbandtoepassingen, waar de eigenlijke inhoud en de eindgebruikerdiensten worden gerealiseerd.

In de ICT-kubus onderkennen we ten slotte als derde dimensie: de rollen die partijen kunnen spelen in het tot stand komen van het gehele proces, d.w.z. het laten werken van de hele keten in de infrastructuurwereld. Een infrastructuur en ook de daarboven

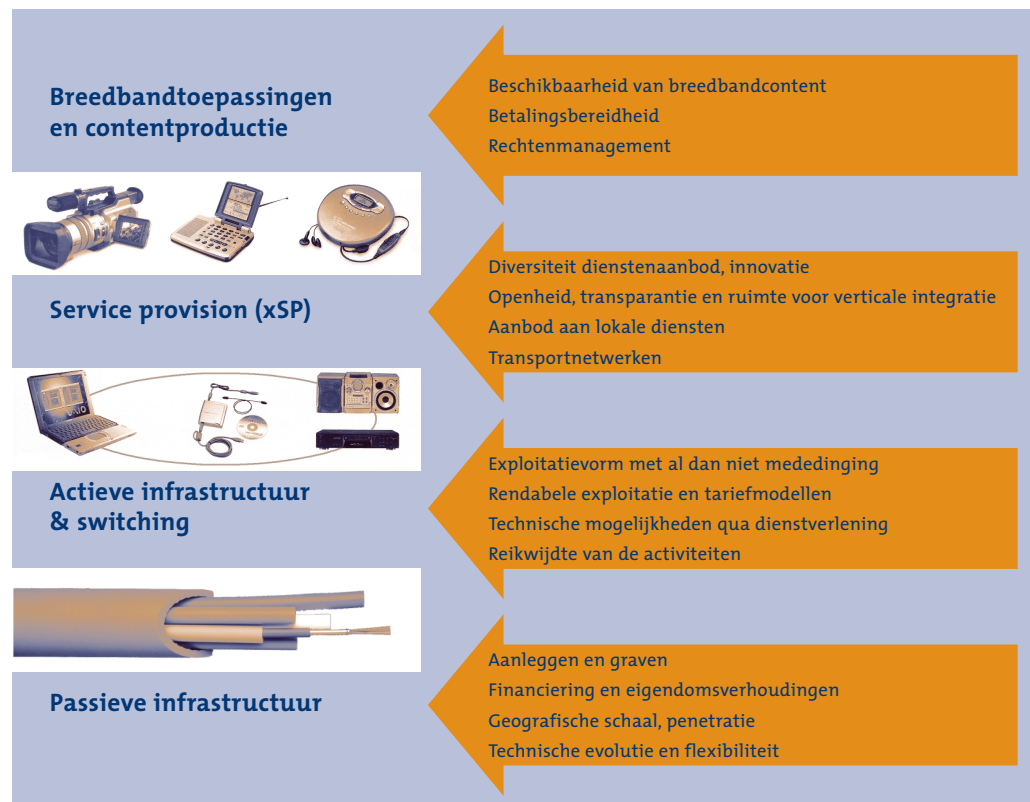
liggende lagen zullen moeten worden ontworpen, gebouwd en geïnstalleerd, gefinancierd, geëxploiteerd en beheerd. Een bijzondere rol is die van de regie: is er een regisseur nodig en zo ja welke partij, welke actor, gaat die rol invullen?

Samenvattend kent de ICT-kubus drie dimensies:

- 1 Topografische schaal: huis en kantoor, straat, wijk, gemeente, regio en land;
- 2 Functionele lagen: passieve infra; actieve infra en switching; xSP; breedbandtoepassingen en contentproductie;
- 3 Rollen: beheer en exploitatie; financiering; toeleverantie, bouw en onderhoud; ontwerp; regie en relevant regelgevingkader.

A.2 Belangrijke issues bij de aanleg van nieuwe glasvezelnetwerken

Er zijn een aantal belangrijke kwesties en keuzemomenten bij de aanleg van nieuwe glasvezelnetwerken te onderscheiden die vragen om een adequate en doordachte oplossing. De kwesties zijn aangegeven in figuur A.2 en worden vervolgens per functionele laag verder besproken.



Figuur A.2: Overzicht van de belangrijkste issues bij de verschillende lagen

A.2.1 Passieve infrastructuur

Aanleggen en graven

Bij de passieve infrastructuur spelen de aanleg en het graven een centrale rol. Deze infrastructuur vertoont veel overeenkomsten met de wegen- en waterinfrastructuur in ons land. Gegeven de hoge aanlegkosten is het maar zeer de vraag of het nog rendabel is wanneer meerdere partijen, parallel aan elkaar, een dergelijke nieuwe infrastructuur naar woonhuizen zouden gaan aanleggen. Ook zou het meermaals graven naar woonhuizen een grote overlast voor de leefomgeving met zich meebrengen. Daarom geniet een eenmalige aanleg de voorkeur. Kosten en overlast kunnen in bepaalde wijken ook beperkt worden door 'slim' aan te leggen, bijvoorbeeld bij de realisatie van nieuwbouw

(met de bijbehorende wegen). Soms kan de aanleg tegelijk met andere werkzaamheden plaatsvinden, maar hierbij plaatsen we wel de kanttekening dat de mogelijkheden van 'slim graven' vaak overschat worden: als een straat bijvoorbeeld opengaat voor nieuwe riolering, biedt dat amper extra mogelijkheden voor het aanleggen van glasvezel omdat de riolering onder het wegdek loopt en telecommunicatiebekabeling juist onder het trottoir. Alleen in specifieke gevallen is combinatiewerk in een nauw tracé mogelijk.

Wanneer voldoende flexibel aangelegd, heeft de passieve infrastructuur een lange technische en economische levensduur. Als ook de hoge kosten in beschouwing worden genomen, ligt daarmee een lange afschrijftijd voor de hand. Een constructie met buizen (ducts) en mini-buizen (miniducts) kan bijvoorbeeld in 25 jaar worden afgeschreven. Bij de in de buizen gelegde glasvezels is de technische ontwikkeling nog erg dynamisch en is een afschrijftijd van 10 jaar redelijk. Indien noodzakelijk, kunnen er na die periode nieuwe glasvezels door de bestaande buizen worden geblazen.

Bij eenmalige aanleg ontstaat er in feite een plaatselijk monopolie. Mogelijk ongewenste gevolgen hiervan kunnen op een aantal manieren worden ondervangen. Dit kan ten eerste door de passieve infrastructuur aan te laten leggen door of namens de eindgebruikers, die daarmee ook de controle over dit deel van het netwerk verkrijgen. Ten tweede kunnen de eigenaars van de passieve infrastructuur afspraken afdwingen bij de partij die het actieve netwerk aanlegt (bijvoorbeeld in de vorm van Service Level Agreements of concessievoorwaarden). Ten slotte kan via overeenkomsten en regelgeving een volledig open toegang op een hogere netwerklaag worden gegarandeerd.

Financiering en eigendomsverhoudingen

Binnen de huidige, competitieve telecommunicatiemarkt is het moeilijk voor commerciële spelers om de financiering van de passieve infrastructuur op zich te nemen. De gevestigde telecom- en kabelbedrijven verkeren financieel momenteel in moeilijke tijden. Daarom moet er gezocht worden naar andere partijen die een belang hebben bij de aanleg van dergelijke netwerken.

Huishoudens, midden- en kleinbedrijf en publieke voorzieningen (scholen, bibliotheken, ziekenhuizen, gemeentelijke instellingen etc.) zouden zelf in hun eigen glasvezeldeel kunnen investeren om zich zo te verzekeren van toegang tot een snel netwerk. Bij particulieren kan zo ook tegen een relatief bescheiden investering de waarde van hun vastgoed toenemen. Ook vertegenwoordigers van deze potentiële gebruikers (zoals woningcoöperaties) of toekomstige potentiële gebruikers (zoals projectontwikkelaars) kunnen bereid zijn dergelijke toezeggingen te doen. Woningbouwcoöperaties kunnen door de aanleg van een dergelijke passieve infrastructuur de woonkwaliteit van hun panden verbeteren. Het benodigde bedrag maakt slechts een klein onderdeel uit van de bouw- of renovatiekosten van woningen en is daarmee goed te legitimeren. Voor projectontwikkelaars geldt een vergelijkbare overweging. Gemeenten kunnen een aandeel in een investering in de passieve infrastructuur overwegen uit hoofde van de klassieke nutsfunctie en van de indirecte voordelen die een goede netwerktoegang voor bedrijven en consumenten in die gemeente met zich meebrengt. Vaak zal er in een gegeven buurt voor een combinatie van financiering door deze *stakeholders* worden gekozen. Het is daarbij overigens niet uitgesloten dat er ook commerciële ondernemingen (inclusief de huidige telecommunicatieaanbieders) in een financieringscombinatie deelnemen. Deze commerciële ondernemingen kunnen immers belang hebben bij het openen van een markt, die tot substantiële revenuen op het gebied van dienstverlening kan leiden.

Geografische schaal, penetratie

Een belangrijke overweging is de geografische schaal waarop nieuwe netwerken worden aangelegd. De geografische en demografische schaal lopen in Nederland immers ver uiteen. De meest realistische optie van dit moment is het aanleggen op buurt-niveau, eventueel later uitgebreid tot gemeenteniveau. Op deze schaal kan de vraag nog goed gebundeld worden en is een duidelijke regie mogelijk. Ook essentieel is de penetratie die bereikt moet worden om de aanleg rendabel te maken. De feitelijke penetratie zal afhangen van de aantrekkelijkheid van de diensten, de gehanteerde tarieven en de betalingsbereidheid.

Technische evolutie en flexibiliteit

Ten slotte is het bij de passieve infrastructuur van belang om rekening te houden met een snelle technische evolutie en een voldoende mate van flexibiliteit. Er bestaan een aantal verschillende netwerkarchitecturen (zoals Gigabit Ethernet, aPON, ePON en WDM/ePON). Sommigen zijn nu al tegen acceptabele kosten beschikbaar. Andere technologieën hebben de fase van volwassenheid nog niet bereikt maar beloven in de toekomst lagere aanlegkosten. Ook bestaan er meerdere typen glasvezel, ieder met hun eigen voor- en nadelen. Het is zaak om zoveel mogelijk flexibiliteit in de passieve infrastructuur laag te creëren. Door het gebruik van bijvoorbeeld de flexibele buis-in-buis structuren en het slim kiezen van de netwerktopografie en de locatie van de technische ruimten en voorzieningen, is het netwerk voldoende voorbereid op toekomstige ontwikkelingen.

De belangrijkste keuzemomenten voor de hierboven besproken issues zijn in de onderstaande tabel samengevat.

Issue	Keuzemomenten
Aanleggen en graven	<ul style="list-style-type: none"> • Eenmalige aanleg versus parallelle aanleg • Mogelijkheden voor een 'slimme aanleg' • Ondervangen gevolgen van plaatselijk monopolie o.a. door eisen voor open toegang
Financiering en eigendomsverhoudingen	<ul style="list-style-type: none"> • Identificeren en betrekken van financiers en toekomstige eigenaars • Keuze voor organisatorische vorm (publiekprivate samenwerking), vraagbundeling, coöperatieve vereniging, gemengde eigendomsvormen
Geografische schaal, penetratie	<ul style="list-style-type: none"> • Keuze van een geografische schaal waarbij de succeschansen optimaal zijn • Realistische inschatting van penetratie
Technische evolutie en flexibiliteit	<ul style="list-style-type: none"> • Keuze voor een architectuur en netwerktopografie die optimaal kan profiteren van verwachte technische ontwikkelingen • Keuze voor aantal en type aan te leggen glasvezels voor het initiële gebruik

A.2.2 Actieve infrastructuur en switching

Exploitatievorm al dan niet met mededinging

Het is een belangrijke afweging of een exploitatievorm al dan niet met mededinging zou moeten plaatsvinden op de laag van de actieve infrastructuur. Vanuit het publieke belang zou het uitgangspunt kunnen zijn dat een monopolie moet worden voorkomen tenzij daar zwaarwegende redenen voor zijn. Voordelen van mededinging zijn dat er een prikkel aanwezig is voor de exploitanten om te presteren, te innoveren en de penetratie te maximaliseren. Overwegingen voor een (tijdelijk) monopolie zijn dat met de huidige kosten de rendabele exploitatie nog onzeker is en het introduceren van mededinging tot gevolg zou kunnen hebben dat geen enkele partij deze positie inneemt. Ook zou de complexe technische afhankelijkheid tussen de onderste twee lagen in het model kunnen pleiten voor een situatie met slechts één exploitant.

Rendabele exploitatie en tariefmodellen

Afhankelijk van het gekozen tariefmodel heeft de exploitant inkomstenbronnen en operationele kosten. We schetsen hier een model waarbij het klantcontact voornamelijk via de actieve-netwerkexploitant loopt. Van iedere actieve gebruiker ontvangt de exploitant een vast maandelijks bedrag (flat fee). Bovendien ontvangt de exploitant een toegangsvergoeding (access fee) van elke service provider (xSP) waarbij de klant zich heeft ingeschreven. Het is van groot belang dat het model zodanig vormgegeven wordt dat de actieve-netwerkexploitant niet aan zijn eigen succes ten onder kan gaan: nemen de kosten toe (bijvoorbeeld als de gebruikers steeds meer verkeer genereren), dan moeten de inkomsten ook toenemen. Door verkeersafhankelijke kosten te berekenen, kan op effectieve wijze bereikt worden dat de actieve laag stabiel is, ook in het geval van verkeersgroei. Bij een open model moeten tarieven niet-discriminerend zijn. De actieve-netwerkexploitant zou het beste een gelijke vergoeding aan alle SP's kunnen vragen, ongeacht het karakter van de diensten die ze bieden.² Deze tariefgebaseerde vergoeding moet zo gekozen worden dat deze de meerkosten dekt die de actieve-netwerkbeheerder heeft wanneer het verkeer sterk zou toenemen. Anderzijds mag de vergoeding de introductie van diensten niet belemmeren. Naar verwachting gaat het hier dan om een relatief kleine vergoeding per gigabyte. Door tussen deze twee lagen een vaste toegangsvergoeding (*fixed access fee*) te mijden, worden eventuele drempels voor dienstenaanbieders voorkomen.

² Dit is ook erg praktisch vanuit het oogpunt dat het heel moeilijk is bij de grote marktdynamiek voor elk type dienst vooraf goede toegangsvergoedingen op te stellen. Ook worden zo constructies voor meeliffen, met de bijbehorende negatieve financiële gevolgen, ondervangen (bijvoorbeeld waarbij de ene SP via de andere SP een aansluiting verkrijgt).

Technische mogelijkheden qua dienstverlening

Hoewel glasvezels een enorme theoretische capaciteit bieden, zullen er bij het inrichten van een volledig netwerk keuzen moeten worden gemaakt voor de technische mogelijkheden qua dienstverlening. Bij de actieve infrastructuur zullen onder meer keuzes gemaakt moeten worden voor het gewenste type transmissiediensten. Het aanbieden van diensten volgens het wereldwijde Internet Protocol (IP) maakt toegang tot internet en een veelvoud van diensten daarop beschikbaar. Toepassingen zoals televisiedistributie vergen bij deze techniek echter zeer veel schakelcapaciteit. Bovendien is er een relatief dure aansluitapparatuur bij de gebruiker thuis nodig om de bestaande televisietoestellen aan te sluiten. Ook bij het aanbieden van spraaktelefonie bij het gebruik van reguliere toestellen is speciale aansluitapparatuur nodig. Overigens dalen de kosten voor de ondersteuning van televisiedistributie en telefonieondersteuning wel. In sommige gevallen kunnen de genoemde nadelen deels ondervangen worden door het gebruik van een hybride techniek.³ Hoe dan ook moet per geval uitgerekend worden of de additionele inkomsten van deze diensten opwegen tegen de extra kosten. Zolang deze diensten geen duidelijke toegevoegde waarde bieden ten opzichte van de traditionele netwerken, lijkt het vooralsnog verstandiger deze diensten er nog niet in op te nemen. Bij vordering van de stand van de techniek kan dat standpunt aangepast worden.

³ Zo kan er in een glasvezelstelsel een aparte lichtkleur worden gereserveerd waarover een volledig spectrum met (analoge en eventueel digitale) televisiezenders wordt verspreid. Dat signaal kan op relatief goedkope wijze worden omgezet in de vorm die nodig is voor bestaande televisietoestellen en videorecorders.

Er is overigens veel voor te zeggen om alle functionaliteit bovenop standaard IP-verkeer bij de service provisioning laag onder te brengen. Met andere woorden, een video-on-demand-SP zal zelf de voor zijn dienst benodigde settop-box of andere apparatuur tot zijn business plan moeten rekenen. Op vergelijkbare wijze zal een telefonie-SP of een televisiedistributie-SP (al dan niet met *remote program selection*)⁴ de benodigde apparatuur voor die dienst mee moeten rekenen. Deze aanpak neemt overigens niet weg dat er een sterke technische afhankelijkheid kan bestaan tussen de verschillende lagen, maar die kan afnemen door goede SLA-afspraken.

⁴ Bij remote program selection geeft de kijker het kanaal naar keuze door aan de operator. Het breedbandnetwerk hoeft alleen het geselecteerde kanaal door te geven.

Reikwijdte van de activiteiten

Een laatste aandachtspunt bij de actieve infrastructuur is de reikwijdte van de activiteiten. In het minimale scenario biedt de exploitant alleen basis schakeldiensten. Hiervoor installeert hij een schakelsysteem en de benodigde optische poorten voor de aansluiting van gebruikers. In een ruimer scenario zou deze partij ook kunnen investeren met

systemen voor afrekening (billing), authenticatie, formaatconversie, rechtenbeheer (Digital Rights Management - DRM) en hosting. Optioneel kan de exploitant deze extra diensten tegen betaling aangeboden aan service providers. Het realiseren van deze diensten is wat minder schaalbaar – het vergt een forse initiële investering. Indien succesvol kunnen ze echter wel de exploitatie van deze laag rendabeler maken. Gezien de beperkte schaalbaarheid lijkt deze optie vooral interessant bij een wat grotere schaal-grootte; de kosten van dergelijke platforms lijken voor één enkele wijk lijkt te hoog.

De belangrijkste keuzemomenten voor de hierboven besproken issues zijn in de onderstaande tabel samengevat.

Issue	Keuzemomenten
Exploitatievorm al dan niet met mededinging	• Keuze voor of tegen mededinging, verdere inrichting van de keuze (concessie of uitbesteding bij monopolie; toegangsregels bij deelname meerdere partijen)
Rendabele exploitatie en tariefmodellen	• Uitwerken van een werkbaar model met investeringskosten en operationele kosten
Technische mogelijkheden qua dienstverlening	• Keuze voor ambities qua diensten op basis van de kosten voor de implementatie van bepaalde categorieën diensten (televisie, telefonie), de verwachte penetratie/afname/betalingsbereidheid en de met de dienst gemoeide extra kosten
Reikwijdte van de activiteiten	• Keuze welke diensten (buiten het kale schakelen) de actieve- netwerk-exploitant zou kunnen aanbieden, al dan niet op optionele basis.

A.2.3 Service Provisioning

Diversiteit dienstenaanbod, innovatie

Bij voorkeur ontstaat er in de deze laag een florerende markt met voldoende diversiteit. Zonder enige twijfel zullen de eerste diensten gericht zijn op snelle internettoegang. Van deze dienst is reeds duidelijk dat er een duidelijke marktvraag is, een behoorlijke betalingsbereidheid en een te verantwoorden kostenstructuur. Naast 'gewone' Internet Service Providers zouden hier ook activiteiten kunnen ontstaan gericht op het aanbieden van telefonie, televisiedistributie, interactieve televisiediensten (zoals video-on-demand, time-slot-viewing, delay-TV) en beveiliging. De haalbaarheid van veel van deze diensten hangt sterk samen met de stand van de techniek. Hoewel er sprake is van forse prijsdalingen, is het op dit moment nog duur om bijvoorbeeld video-on-demand diensten op grotere schaal aan te bieden. Ook de marktvraag en de betalingsbereidheid spelen een belangrijke rol. Bovendien bestaat er er een grote technische afhankelijkheid van de actieve infrastructuur (het hangt van de implementatie van de actieve infrastructuur af of, hoe en tegen welke kosten bepaalde veeleisende diensten mogelijk zijn). Met name de transportmogelijkheden in de actieve netwerklaag zijn medebepalend voor de introductie van innovatieve diensten.

Openheid, transparantie en ruimte voor verticale integratie

De verhouding tussen Service Providers en netwerkbeheerders is tot nu toe altijd problematisch geweest. Dit is grotendeels te wijten aan het feit dat de beginsituatie er steeds een was van een volledig verticale geïntegreerde markt, die langzaam afgebouwd werd. Door in dit model direct met een *level playing field* te beginnen, ontstaat een zo optimaal mogelijke situatie voor de vrije markt op het SP-niveau. Dit voorkomt dat een actieve-netwerkeexploitant bepaalde bedrijven bevoorrecht door het stellen van regels voor de toegang en de andere benodigde faciliteiten (zoals vloeroppervlak in de wijkcentrale, toegang tot de centrale ruimte, transmissiediensten en interconnectie).

In het ideale model is er in deze laag ruimte voor meerdere xSP's tegelijkertijd, zelfs wanneer deze dezelfde diensten aanbieden. De consument verkrijgt daarmee keuzevrijheid en de markt kan niet gemonopoliseerd worden. Dit vergt eenduidige aansluitvoorwaarden van en naar de actieve-netwerkeexploitant. Dit is een lastig breukvlak en het volledig uitsluiten van integratie tussen de service-provider laag en de actieve netwerk-diensten laag kan kostenverhogend werken. Problemen treden met name op bij billing issues en in situaties waar de xSP vereist dat de netwerklaag het (technisch) broadcasten van IP-verkeer afhandelt. Een volledig open infrastructuur kan betekenen dat technische voorzieningen zowel in de actieve netwerklaag als in de xSP-laag moeten worden gerealiseerd. Integratie tussen deze lagen kan een dergelijke overlap voorkomen. Onder strikte regelgeving lijkt het kosteneffectief en daarmee wenselijk om verticale integratie beperkt toe te staan. Hierbij zijn garanties nodig dat er geen toetredingsdrempel ontstaat voor nieuwe xSP's.

Aanbod van lokale diensten

Een interessant pakket aan lokale diensten kan de penetratie van de nieuwe infrastructuur aanwakkeren. Lokale diensten zijn tegen lagere kosten mogelijk dan op landelijke schaal aangeboden diensten. Dit komt doordat lokaal dataverkeer mogelijk is tegen vrijwel verwaarloosbare kosten. Met name video-gerelateerde diensten zoals lokaal nieuws en het uitwisselen van video-opnames van consumenten profiteren van dit kostenvoordeel. Tegelijkertijd zijn het vormen van dienstverlening die een zekere sociale cohesie kunnen bewerkstelligen. De lokale overheid zou als launching customer het ontstaan van deze vorm van diensten kunnen versnellen. Het exploiteren van een video distributieplatform als lokale dienst is dan mogelijk tegen een lager commercieel risico. Daarnaast zou de overheid e-governmentdiensten moeten aanbieden. Het videodistributieplatform kan daar een integraal onderdeel in vormen doordat informatievoorziening vanuit de (lokale) overheid via het platform kan worden geïntegreerd met allerlei loketdiensten.

Transportnetwerken

De lokale netwerken moeten voor veel van de diensten gekoppeld worden aan een landelijk transportnet. Lokaal verkeer maakt weliswaar lokale diensten mogelijk maar voor internettoegang en voor vrijwel elke andere denkbare dienst is koppeling aan een landelijke transportnetwerk (backbone) noodzakelijk. Hierbij zal er in gebieden met een hoge aansluitdichtheid, zoals in de grote steden, al snel bereidheid zijn om vanuit de xSP zelf de backbone naar de wijk te brengen. In de grote steden zijn de backbones al aanwezig en vergt het weinig kosten deze via zogenaamde cityringen aan te sluiten op het lokale net. Voor minder verstedelijkte gebieden is dit minder vanzelfsprekend. Ten eerste is de dichtheid van de wooneenheden er geringer en ten tweede is in lang niet alle gevallen de backbone aanwezig.

De benodigde transportcapaciteit van lokaal FfH-netwerk naar de buitenwereld hangt van veel factoren af, zoals de feitelijke communicatiesnelheden waar de consument gebruik van maakt, de gelijktijdigheid (hoeveel gebruikers maken op een bepaald moment in de tijd gebruik van een bepaalde capaciteit) en de gewenste kwaliteitsparameters bij de verbindingen.⁵ Ook de verhouding lokaal/interlokaal verkeer is van zeer groot belang. Als we uitgaan van intensief internetverkeer zonder grootschalig gebruik van multimediatoepassingen die *realtime* meer dan 1 Mbps vergen, blijken sommige marktpartijen ervan uit te gaan dat een buurt met 5000 actieve gebruikers ontsloten kan worden met één 155 Mbps-verbinding. De huur van een dergelijke lijn kost circa € 10.000 per maand, dus teruggerekend ongeveer € 2 per gebruiker. Bij zwaardere multimediagebruik liggen de behoeften hoger. Bij de KPN 'snelnet'-proef eind jaren '90 bleek dat voor een duizendtal breedbandgebruikers een transportcapaciteit van drie 155 Mbps-lijnen noodzakelijk was.⁶ Uitgaand van dezelfde huurlijntarieven zou

⁵ Bij pakketgeschakeld verkeer waarbij een zekere vertraging is toegestaan (bijv. webbrowsing) kunnen pieken in de tijd iets worden uitgesmeerd en dit beperkt de belasting van het transportnetwerk. Bij streaming en zeker bij real-time multimediatoepassingen liggen de eisen veel hoger.

⁶ Het gaat hier om gegevensstromen tot ongeveer 1,5 Mbps per gebruiker. Hier past wel de opmerking dat juist de erg enthousiaste gebruikers zich voor deze proef hadden aangemeld.

dat neerkomen op maar liefst € 30 per gebruiker. Nu is het wel te verwachten dat de grootschalige introductie van de 10 Gigabit Ethernet in de backbonenetwerken de kosten per bit bij transportnetwerken snel zullen doen afnemen. Ook kent deze nieuwe techniek niet meer de grote overhead die huidige transporttechnieken nog wel kennen als ze internetverkeer moeten transporteren.⁷ Bij video-toepassingen kunnen ten slotte ook gedistribueerde opslagsystemen de aanslag op de transportcapaciteit drastisch doen afnemen.⁸

7 Bij gebruik van bijvoorbeeld een ATM-transportnetwerk voor IP-verkeer is de overhead naar schatting maar liefst 40%.

8 Bij dergelijke systemen worden vaak opgevraagde items (zoals het achttien uur journaal) op wijkniveau opgeslagen.

De belangrijkste keuzemomenten voor de hierboven besproken issues zijn in de onderstaande tabel samengevat.

Issue	Keuzemomenten
Diversiteit diensten-aanbod, innovatie	Waar mogelijk kiezen voor een technische invulling van de passieve en actieve infrastructuur laag die het mogelijk maakt op de xSP-laag deze innovatieve diensten te realiseren. Op zijn minst is het nodig de onderste twee lagen zo te kiezen dat opwaardering naar de benodigde technieken mogelijk wordt, bijvoorbeeld door het vast aanleggen van een derde glasvezel
Openheid, transparantie en ruimte voor verticale integratie	Beperkte verticale integratie toestaan met garantie voor behoud van openheid
Aanbod aan lokale diensten	Lokale overheid als launching customer voor een video distributieplatform en als aanbieder van e-government diensten
Transportnetwerken	Vraagbundeling vanuit de overheid, financieren onrendabele gebieden, tweedeling toestaan?

A.2.4 Breedbandtoepassingen en contentproductie

De belofte van een breedbandinfrastructuur is dat er een grote groei zal ontstaan in de toepassing van audiovisuele content. Dit kan content zijn zoals we die nu van tv- en videogebruik kennen maar zeker ook speciaal voor breedband geproduceerde content. Dit zijn dan bijvoorbeeld toepassingen in de sfeer van tele-educatie, marketing communicatie en informatievoorziening-on-demand. Daarnaast zal de ontsluiting van bestaande archieven waar ook audiovisuele content is opgeslagen, een relevante toepassing kunnen worden.

Het creëren van audiovisuele content gericht op entertainment is een vrij kostbaar proces. Exploitatie vindt in het algemeen plaats door een vergoeding voor de rechten af te staan aan de producent/rechthebbende per keer dat de content wordt geconsumeerd. Kopiëren van content wordt vanwege deze exploitatievorm verboden en zoveel mogelijk voorkomen. In distributienetwerken zoals kabel en tv is dit een eenvoudig te regisseren proces. In interactieve breedbandnetwerken ligt de regie voor dit proces in handen van de consument en is het kopiëren een nauwelijks te voorkomen activiteit. Massale toepassing vanuit de gevestigde content partijen kan daarom pas verwacht worden als:

- Er voldoende schaalgrootte is (meer dan 300.000 huishoudens);
- Er voldoende geografische spreiding is;
- Er voldoende garantie tegen illegaal kopiëren is;
- Er afdracht van vergoeding voor de rechten is georganiseerd;
- Het netwerk in staat is de distributie te verzorgen (gelijktijdigheid).

Deze criteria zullen vanwege de twee eerstgenoemde punten eerder worden bereikt met overgangstechnologie dan met de nieuwe glasvezelinfrastructuren. Commerciële exploitatie van content zal daarom de komende jaren niet bijdragen aan de financiering van de nieuwe glasvezelinfrastructuren.

Beschikbaarheid van breedbandcontent

Nieuwe 'breedbandcontent'. Door gericht content voor bepaalde toepassingen te produceren, kunnen de productiekosten op een niveau worden gebracht dat exploitatie met geringere aantallen afnemers mogelijk maakt. Nieuwe producenten laten nu al van zich horen op de huidige infrastructuur en bieden succesvolle kanalen aan, zoals een aantal grote voetbalclubs en specifieke nieuwszenders met name gericht op financieel nieuws. Omdat goed werkende payment oplossingen nog niet op grote schaal aanwezig zijn, werken deze meestal met een eenvoudig abonnementensysteem. Deze partijen hebben een renderende businesscase en kunnen het breedbandaanbod marketen als het premium abonnement met een hogere beeld- en geluidskwaliteit. Dit zorgt voor een mooi evolutionair model waarbij exploitatie van bestaande infrastructuur en breedbandinfrastructuur elkaar versterken.

Daarnaast kunnen toepassingen in de sfeer van tele-educatie, voorlichting vanuit lokale overheid en bedrijfsleven, en content vanuit lokale verenigingen en omroepen geproduceerd worden voor bepaalde doelgroepen. De issues van rechtenmanagement kunnen ook hier veelal achterwege blijven omdat het exploitatiemodel niet is gebaseerd op inkomsten per consumptie. Een belangrijk (technisch) issue blijft de gelijktijdigheid waarmee een applicatie wordt gebruikt. Als deze groot wordt, stelt dit specifieke eisen aan de distributiefuncties van het netwerk wat sterk kostenverhogend werkt.

Repackaging van bestaande content. In het algemeen is dit een moeizaam traject. Van de bestaande content zijn de rechten verworven voor distributie over bijvoorbeeld het medium televisie. Toepassing van de content voor breedband – door deze te repackagen in bijvoorbeeld een lokaal pakket van diensten – is veelal niet mogelijk vanwege de enorme inspanning die nodig is om hiervoor de rechten te verwerven. De repackager moet dan terug naar de oorspronkelijke producent en de artiesten en opnieuw de rechten vastleggen. De kosten hiervoor wegen bij lokale exploitatie nooit op tegen de opbrengsten, als het überhaupt al lukt alle betrokken partijen terug te vinden.

Generaal pardon voor met publiek geld geproduceerde content. Content blijft een motor achter het gebruik van breedband. Om de markt te stimuleren zou het een overweging kunnen zijn de content die met publiek geld is gefinancierd vrij te geven voor hergebruik in breedbandexperimenten. Hoewel de NOS bijvoorbeeld aangeeft een actieve rol te willen spelen bij deze verspreiding, blijken rechtenissues met (belangenverenigingen van) betrokkenen bij deze publieke content (cameramensen, acteurs etc.) nog tot problemen te leiden. De NOS probeert werkbare afspraken met de belangenverenigingen te maken over het gebruik van deze content bij nieuwe distributiemediën zoals internet maar dat lukt lang niet altijd even gemakkelijk.

Betalingsbereidheid

Verwacht mag worden dat de consument nauwelijks bereid is te betalen voor bestaande tv-programmering als deze via breedband wordt aangeboden. Tegelijkertijd is nu al een markt aan het ontstaan voor content die specifiek voor bepaalde doelgroepen is geproduceerd. Fans van Liverpool betalen € 4 per maand om via internet trainingen en ander beeldmateriaal te kunnen opvragen. Kanalen als FinanceTelevision rekenen € 150 per jaar voor een abonnement. De kijkers van Big Brother betaalden € 1 per minuut om via internet beelden te zien die anders niet te zien waren. Voor specifiek geproduceerde content bestaat wel degelijk betalingsbereidheid. De handicap voor de producent is dat de doelgroep per toepassing beperkt is en dat specifieke marketing vereist is om deze doelgroep te bereiken. Bestaande traditionele contentproducenten vinden dit voorlopig niet interessant genoeg; het zullen nieuwkomers zijn die de markt gaan ontginnen.

Bij andere vormen van content, zoals videofilms en muziekalbums, is de markt tot op bepaalde hoogte gewend aan de 'gratis' (lees illegale) verspreiding via internet. Dit gebeurt vooral via *peer-to-peer* systemen zoals wijlen Napster en KaZaA. Tegelijkertijd laten deze activiteiten duidelijk zien dat er een hele grote vraag is naar *backcatalog* materiaal. Dit jaar worden de eerste grootschalige activiteiten geïntroduceerd voor betaalde toegang tot dergelijk materiaal. Ook tonen consumenten voor hetzelfde materiaal offline (zowel op fysieke dragers als op dvd) wel degelijk een grote betalingsbereidheid. De tijd zal moeten leren of de online betalingsbereidheid inderdaad toeneemt.

Rechtenmanagement

Zoals uit het voorgaande al op diverse punten bleek, is rechtenmanagement een zeer relevante zaak. Op dit moment bestaat er een aantal dominante distributiemodellen voor content, te weten televisie- en radiodistributie, gedrukte media en andere fysiek verspreide media (cd's, dvd's, voorbespeelde videocassettes). De afgelopen decennia is voor ieder van deze distributiemodellen een compleet stelsel uitgekristaliseerd hoe er met gebruiksrechten wordt omgegaan. In feite kan men hier spreken van een verticaal systeem. Het is een grote uitdaging om een dergelijk systeem te ontwikkelen voor de online sector, zeker gezien het feit dat er veel onzekerheden bestaan (betalingsbereidheid, kopieerrisico's). Ook staan de rechthebbenden (filmmaatschappijen, uitgevers) relatief ver van de uiteindelijke gebruiker en het laatste stukje distributie. Partijen die daar dichterbij staan (packagers zoals de omroepverenigingen) beschikken echter niet over de rechten; ze mogen alleen de content verspreiden binnen de strikt afgesproken grenzen (binnen het geschetste verticale model).

Systemen voor elektronisch rechtenbeheer (Digital Rights Management - DRM) openen mogelijkheden om een rechtensysteem voor online gebruik te realiseren. Op internationale schaal worden dergelijke systemen ontwikkeld en geleidelijk geïmplementeerd. De Europese Gemeenschap heeft de introductie ervan sterk gefaciliteerd met het aannemen van een nieuw Copyright Directive in juni 2001. Deze richtlijn bepaalt de relatief sterke juridische positie van de contenteigenaar die zijn materiaal verspreidt met gebruikmaking van elektronisch rechtenbeheer.

De belangrijkste keuzemomenten voor de hierboven besproken issues zijn in de onderstaande tabel samengevat.

Issue	Keuzemomenten
Beschikbaarheid van breedbandcontent	De beschikbaarheid van nieuwe breedbandcontent kan met name vergemakkelijkt worden door het hanteren van reeds bekende abonnementsystemen. De rechtenproblematiek bemoeilijkt het repackagen van bestaand materiaal. Wel kan een generaal pardon voor materiaal dat met publiek geld is gemaakt de beschikbaarheid vergroten en de rechtenproblemen omzeilen
Betalingsbereidheid	Vanuit de omroepwereld liggen er met name mogelijkheden voor toegevoegde-waardediensten voor een <i>special interest</i> publiek. Daarnaast is het nodig ervaring op te doen met betalingsbereidheid voor online muziek en speelfilms nadat er een periode met grootschalige illegale distributie heeft plaatsgehad
Rechtenmanagement	Producenten/rechthebbenden, packagers en anderen moeten zich inspannen om nieuwe gebruiken te ontwikkelen voor een effectief rechtenmanagement in de online sfeer

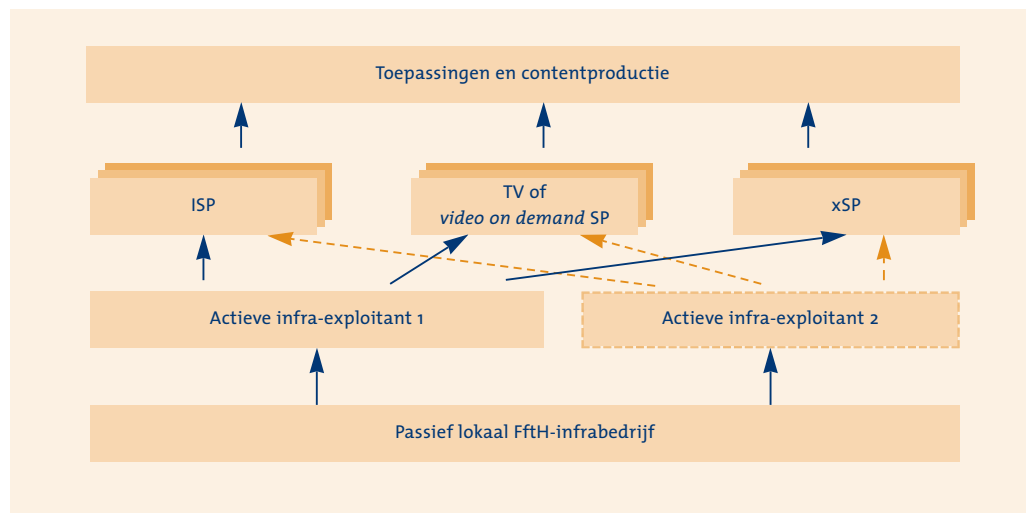
A.3 Generiek analysemodel voor nieuwe breedbandige netwerken

In hoofdstuk 2 van het hoofdrapport heeft de Expertgroep vastgesteld dat verglazing van de local loop op termijn onvermijdelijk is. De Expertgroep heeft een analysemodel opgesteld om te komen tot werkbare business cases op basis van studie naar de verschillende voorstellen voor lokale glasvezelinitiatieven. Het analysemodel geeft enerzijds inzicht in een aantal gebieden waar keuzen gemaakt moeten worden en anderzijds in de overwegingen die daarbij een rol spelen. Ook kan het model bijdragen tot het opstellen van een richtsnoer dat sturing kan geven aan de verdere ontwikkelingen op de breedbandmarkt. Ten behoeve van de analyse is het model vervolgens op basis van een aantal assumpties uitgewerkt. Op deze wijze heeft de Expertgroep gezocht naar oplossingen voor een aantal problemen.

Vanzelfsprekend is dit één van de mogelijke modellen en zeker niet het enige bruikbare model. Nadrukkelijk geldt dat dit model niet een blauwdruk is voor een grootschalige uitrol; met name de experimentele uitrol van breedbandnetwerken in de komende jaren zal tot voortschrijdend inzicht moeten leiden.

De diverse veelbelovende initiatieven in Nederland om te komen tot de aanleg van een FftH-infrastructuur vertonen veel overeenkomsten (zie voor deze initiatieven Annex D). Het hier voorgestelde, generieke analysemodel is mede gebaseerd op de ideeën die aan deze initiatieven ten grondslag liggen. Opnieuw wordt uitgegaan van de onderverdeling in lagen zoals besproken in paragraaf A.1, waarbij zich op elke laag al dan niet één of meer marktspelers bevinden. Spelers in elke laag bieden daarbij steeds een transmissiedienst of -functionaliteit aan de laag erboven aan (dit zijn de pijlen in figuur A.3).

Figuur A.3: Lagenmodel met marktspelers



Om een breedbandig aansluitnetwerk te realiseren, moet eerst een partij het initiatief en de regie ter hand nemen. Vervolgens moeten onder meer de volgende stappen worden genomen:

- Opstellen van een realistische visie op de ontwikkeling van de marktvraag naar breedband qua behoeften, penetratie en dienstenniveau;
- Vaststelling van een ambitieniveau qua diensten op basis van de marktvraag en de technische/kostentechnische aspecten;
- Afbakening van de rol en de belangrijkste invulling van de functionele lagen;
- Keuze voor een organisatorisch model voor alle lagen;
- Realiseren van de passieve infrastructuur (onder meer organisatie, partijen, partnerships, vraagbundeling, financiering, eigendomsverhoudingen);
- Opstellen van een exploitatiemodel/tariefmodel (met investeringskosten en operationele kosten), zowel voor de afzonderlijke lagen als voor het geheel, waarin de verschillende lagen levensvatbaar en stabiel zijn;
- Vinden van (markt)partijen voor de actieve infrastructuur en vinden van leveranciers voor de aanbesteding van netwerkelementen;
- Verzekeren van een dienstenaanbod door Service Providers;
- Opstellen van een haalbare operationele planning en uitvoering.

De verdere uitwerking van het analysemodel is gebaseerd op een verzameling assumpties waarover binnen de Expertgroep consensus is ontstaan, namelijk:

- Opdelen in verschillende functionele lagen;
- Vraagbundeling als basis voor financierbaarheid;
- Nastreven van rendabele exploitatie bij elke laag;
- Mededinging op alle lagen tenzij er zwaarwegende argumenten zijn dat niet te doen;
- Netwerktogang voor Service Providers tegen redelijke, transparante en niet-discriminerende voorwaarden ('open netwerk');
- Uitvoerbaarheid op een realistische termijn.

Het analysemodel is in essentie een *Fibre-from-the-Home* (FftH)⁹ model, waarbij de eindgebruikers als vertrekpunt gelden. Door middel van vraagbundeling worden een realistische exploitatie en financierbaarheid bereikt. Door de vier eerder genoemde functionele lagen bij verschillende typen partijen onder te brengen, kan optimaal worden aangesloten bij de specifieke eigenschappen die voor elk van de lagen geldt. Achtereenvolgens worden van het voorgestelde model de volgende aspecten besproken: initiatief en regie; ambitie, aanlegstrategie en fasering; organisatievorm, eigendomsvorm en financiering; de aanleg van een netwerk met een open toegang; dienstestimulans en tariefstructuur.

A.3.1 Initiatief, regie, aanlegstrategie en fasering

Het voorgestelde model gaat uit van een sterke initiatiefnemer die de voorbereiding van de aanleg op lokaal niveau ter hand neemt. Gezien het grote lokale belang is het goed denkbaar dat deze initiatiefnemer dan ook een lokale partij is (zoals een vertegenwoordiging van eindgebruikers of de gemeente). Maar ook een commerciële partij, al dan niet op grotere schaal opererend, kan het initiatief nemen. De initiatiefnemer is de partij die de vraag bundelt (zie hieronder) maar niet zonder meer de partij die ook het lokale netwerk gaat aanleggen. In alle gevallen is een goede samenwerking tussen initiatiefnemer en lokale overheid vanuit diverse standpunten bevorderlijk.

De feitelijke aanleg is eenmalig, decentraal (namelijk op wijkniveau) en in de tijd gefaseerd. In de regel zullen de wijken met de grootste vraag en betalingsbereidheid en met de meest gunstige omstandigheden (aantal huizen per vierkante kilometer, grondgesteldheid etc.) het eerst aan bod komen. Wijken waar substantiële nieuwbouw voor-

⁹ Deze term is ontleend aan GigaPort/Arcadis/Surfnet (2002), *Samenvatting definitiefase FttH Driebergenbuurt*, februari, p. 7.

komt, zullen relatief vroeg rijp zijn om te verglazen. Later, als de kostprijs daalt, wordt het mogelijk ook wijken te verglazen waar de uitgangspositie wat minder goed is. Steeds als de situatie zich daarvoor leent, wordt er 'slim' gegraven: als de straten toch al open moeten voor andere werkzaamheden, komt er direct een FftH-infrastructuur. Overigens is de expertgroep zich ervan bewust dat deze mogelijkheden zich alleen in specifieke situaties voordoen (namelijk wanneer er al in het nauwe tracé wordt gewerkt waar ook telecommunicatiekabels komen te liggen).

A.3.2 Organisatievorm, eigendomsvorm en financiering

In het voorgestelde model zijn alle vier de lagen organisatorisch van elkaar gescheiden. In de onderste laag is er sprake van enkelvoudige aanleg en vormt vraagbundeling de kern van de organisatievorm en de oplossing van het financieringsprobleem. Op alle andere lagen is er sprake van een gezonde financiële exploitatie door marktpartijen en vindt er mededinging plaats.

Bij de vraagbundeling op de onderste laag wordt de aanwezige vraag naar breedbandige toegang per wijk geïnventariseerd en samengebracht. De potentiële aanvragers zijn huishoudens (eventueel verzameld in een Vereniging van Glasvezelgeïnteresseren), midden- en kleinbedrijf, publieke voorzieningen (zoals scholen, bibliotheken, ziekenhuizen en gemeentelijke instellingen). In aanvulling daarop worden ook woningcoöperaties en projectontwikkelaars benaderd om namens de eindgebruikers de vraag te bundelen. Om bij potentiële gebruikers de prikkel te vergroten om direct vanaf het begin deel te nemen, kan later toetreden worden ontmoedigd door bijvoorbeeld een toeslag. Als het aantal verzamelde toezeggingen een vooraf vastgestelde minimale penetratiegraad overschrijdt, is een rendabele exploitatie verzekerd.

In beginsel vergoeden de partijen die meedoen aan de vraagbundeling direct hun aandeel in de kosten van de passieve infrastructuur. Ze worden daar dan ook direct eigenaar van. Toch is er nog een deel voorfinanciering op de onderste laag noodzakelijk. Ten eerste omdat niet alle gebruikers direct alle kosten kunnen of willen betalen en daarom kiezen voor een retailfinanciering. Ten tweede omdat we liever willen rekenen met de kosten die horen bij de penetratie die op een middellange termijn gehaald zal worden, dan met de kosten die horen bij de initiële (dus lagere) penetratie. De benodigde financiering kan komen van de betrokken woningbouwverenigingen, investeringsorganisaties, commerciële ondernemingen en eventueel van de lokale overheid zelf. Uit interviews door de Expertgroep is gebleken dat ook grote commerciële investeerders over enkele jaren, als de incubatietijd is verstreken, op grotere schaal in deze passieve infrastructuur zouden willen investeren (zie hieronder).

Nadat de initiatiefnemer de vraag succesvol gebundeld heeft (d.w.z. toezeggingen heeft voor het minimaal aantal benodigde aansluitingen voor een rendabele aanleg), wordt een rechtsvorm gecreëerd die de eigenaar wordt van de passieve infrastructuur. Hier zal verder gesproken worden over de 'FftH-organisatie'. In deze organisatie nemen alle eigenaren van de passieve infrastructuur deel. Deze organisatie kan nu de regie van de aanleg van de initiatiefnemer overnemen.

De andere drie lagen in het model worden gefinancierd op een wijze die gebruikelijk is bij commerciële en potentieel snelgroeiende en lucratieve ondernemingen.

A.3.3 De aanleg van een netwerk met open toegang

De genoemde FftH-organisatie geeft zelf door middel van een aanbesteding opdracht de passieve infrastructuur aan te leggen. Daarnaast scheidt zij de mogelijkheden voor commerciële partijen om een actieve infrastructuur aan te leggen. In beginsel moet mededinging mogelijk zijn tussen meerdere partijen die een actieve infrastructuur

aanleggen. De eindgebruiker (die tenslotte zelf de eigenaar van de passieve infrastructuur is) kan zelf kiezen op welke actieve-netwerkbeheerder hij wil worden aangesloten. Daartoe treft de Ffth-organisatie de juiste voorzieningen (aansluitregels, inrichting technische ruimte inclusief zogenaamde patchpanels). Aan de actieve-netwerkbeheerders zullen niet veel regels worden gesteld, behalve dat ze een open toegang voor Service Providers moeten garanderen. Deze eis voorkomt dat de telecommunicatieaanbieders een monopoliepositie voor hun eigen dienstverlening weten te bedingen.

Alleen dan wanneer uit een Request for Information blijkt dat geen enkele marktpartij bereid is om de rol van actieve-netwerkexploitant op zich te nemen, bestaat de mogelijkheid tot een exclusief contract (concessie). Het is zaak dat dit contract een beperkte looptijd heeft en dat alle maatregelen worden getroffen om na afloop ervan de introductie van mededinging mogelijk te maken. Zo zal er geen financiële belangenversterving mogen bestaan tussen de actieve- en passieve- netwerkbeheerder. Ook moet er niet voor een stelsel van onderlinge vergoedingen worden gekozen die de toekomstige introductie van concurrenten bemoeilijkt.

In het voorgestelde model is een open netwerktoegang één van de uitgangspunten. Verticale integratie is echter niet uitgesloten. Op deze wijze worden de huidige marktpartijen in de gelegenheid gesteld om verschillende nieuwe rollen in te nemen. Een exploitant van de actieve infrastructuur mag zo zelf ook activiteiten op de Service Provision (SP)-laag ontplooiën, in concurrentie met andere SP's. Er moeten echter wel een aantal *safeguards* worden ingebouwd. De voorwaarden die het verticaal geïntegreerde bedrijf tussen de twee betrokken bedrijfsonderdelen hanteert, moeten identiek zijn aan de voorwaarden voor andere SP's. Om dat te controleren is er onder meer een gescheiden boekhouding nodig.

A.3.4 Dienstenstimulans

De aanleg van een breedbandig netwerk op buurtniveau biedt unieke mogelijkheden om diensten te ontwikkelen. Zo kunnen er allerlei diensten met een lokale insteek gerealiseerd worden zoals op het gebied van e-government, virtual communities, zorg, beveiliging, toegang tot schoolmaterialen, bibliotheken, musea en andere waardevolle lokale content. In een aantal van deze diensten kan de gemeente een sleutelrol spelen. Indien nodig zou er een lokale SP kunnen worden opgericht om deze diensten tegen een zekere vergoeding aan te bieden. Hier valt overigens ook te denken aan diensten zoals lokale internettelefonie tegen een flat fee. Het is wel van belang dat deze buurt-ISP niet op onredelijke wijze concurreert met commerciële ISP's.

A.3.5 Tariefstructuur

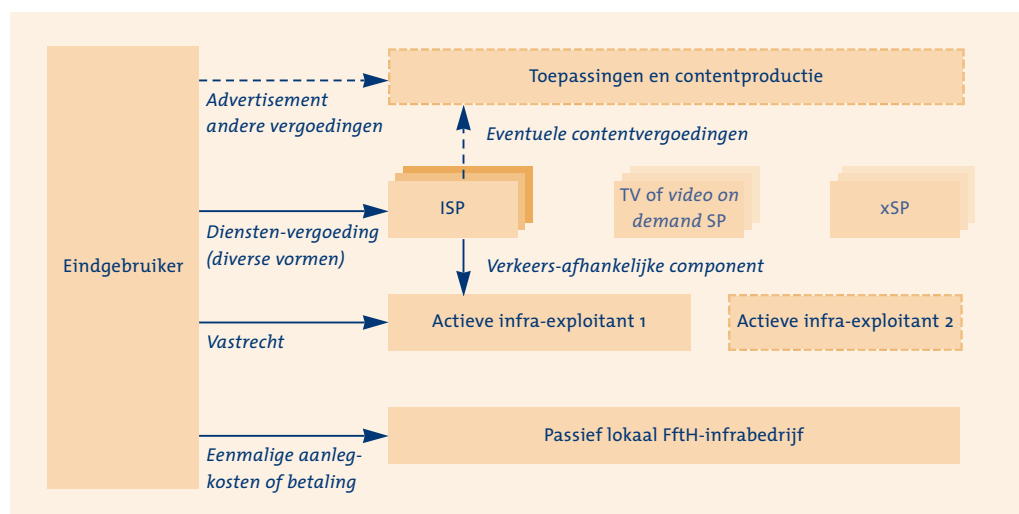
De tariefstructuur is er op gericht alle afzonderlijke lagen levensvatbaar en stabiel te maken. De kosten op sommige lagen hangen af van de hoeveelheid feitelijk verkeer per geactiveerde klant. Dit is met name het geval voor de actieve infrastructuur. Het is van belang dat bij een substantiële verkeersgroei ook de inkomsten op die laag toenemen, omdat het model anders ten gronde kan gaan aan zijn eigen succes. Dit uitgangspunt betekent overigens niet dat een *flat fee* voor de actieve infrastructuur onmogelijk wordt. Bij een florerende markt kunnen namelijk de inkomsten uit de relatief rendabele content- en SP-laag voor een (klein) deel worden doorgesluisd naar de actieve infrastructuur.

In het voorgestelde model rekent de actieve-netwerkexploitant daarom een vast maandelijks bedrag aan de eindgebruiker. Voor dit zogenaamde vastrecht krijgt de klant het recht op een verbinding met bepaalde kwaliteiten met Service Providers naar keuze. Deze kwaliteiten worden vastgelegd in een Service Level Agreement (SLA). In dit model wordt initieel uitgegaan van een SLA dat een standaard Internet Protocol (IP) transmis-

siedienst levert met een hoge doorvoersnelheid maar zonder bandbreedte- en vertragingsgaranties. Een dergelijke dienst kan op dit moment tegen realistische kosten gerealiseerd worden.

Zoals aangegeven vereist de FftH-organisatie dat de actieve-netwerkeexploitanten een open toegang (redelijk, transparant en niet-discriminerend) bieden aan Service Providers. Deze toegang is gebaseerd op het hierboven genoemde SLA. Voor deze toegang mag de actieve-netwerkbeheerder de SP-kosten in rekening brengen. Dit mogen alleen redelijke, verkeersgebonden tarieven zijn en geen vaste toegangsvergoedingen per klant of dienst. Het is de actieve-netwerkeexploitant overigens toegestaan allerlei additionele diensten aan service providers aan te bieden. Te denken valt aan hosting, afrekening (billing), autorisatie of rechtenbeheer. Kern is echter dat deze diensten altijd optioneel zijn: elke SP moet in staat zijn tegen de gestelde voorwaarden open toegang tot het netwerk te krijgen zonder dat deze additionele diensten afgenomen worden.

Over het voorgestelde tariefmodel kan verder opgemerkt worden dat er geen vergoeding over en weer is tussen de actieve- en de passieve-netwerkeexploitant. Dit maakt de eventuele introductie van meerdere actieve-netwerkbeheerders gemakkelijker.



Figuur A.4: Tariefstructuur bij het analysemodel

A.3.6 Financiering van het model

Het is een belangrijke vraag of de financieringsmarkt voor de passieve en actieve netwerklaag voldoende interessant is voor kapitaalverstrekkers.

In gesprekken met partijen in de markt is gebleken dat dit momenteel nog niet het geval is. Hierbij valt op dat de *venture capitalists* fors negatief zijn terwijl de institutionele beleggers de breedbandinitiatieven belangstellend volgen en interesse tonen in participatie wanneer de glasvezelprojecten ondergebracht worden in grotere vastgoedconstructies. Voorts verwachten de institutionele beleggers dat het investeringsklimaat sterk zal verbeteren wanneer de glasvezelinitiatieven de komende twee jaar continueren. Zij zien met name de lokale overheid en de (woningbouw)coöperaties als belangrijke marktmakers. De stellige overtuiging is dat er relatief weinig nodig is om weer hernieuwd enthousiasme voor dit type projecten te creëren. Naar schatting moet een incubatietijd van twee jaar overbrugd worden. In deze incubatieperiode moeten er dan voldoende lokale initiatieven zijn gestart om het financieringsvliegwiel op gang te brengen. Dit betekent dat voor een periode van twee jaar een stimuleringsprogramma gewenst is om de financieringsmarkt een impuls te geven. Een denkbare optie is dat de lokale overheid tijdens deze incubatieperiode actief (financieel) participeert in de glas-

vezelexperimenten. Tevens zou een *revolving fund* vanuit de lokale overheid behulpzaam kunnen zijn om (woningbouw)coöperaties over de drempel te helpen. De overheidsfondsen kunnen weer vrijkomen wanneer de institutionele beleggers de markt betreden.

Er is veel minder zicht op de vraag hoe de financiering van de actieve netwerklaag op gang gebracht kan worden. Venture capitalists zijn niet geïnteresseerd en op korte termijn valt daar geen verandering in te verwachten. Zelfs wanneer deze markt enige omvang heeft als gevolg van de experimenten, zal er nauwelijks meer interesse vanuit deze partijen ontstaan. Zij zullen een exit willen zien en die ontstaat pas in de fase dat er een zodanige omvang is ontstaan dat de traditionele marktspelers bereid zijn de initiatiefnemers uit te kopen, bijvoorbeeld om op te schalen naar een landelijk opererende actieve-netwerkexploitant. Daar staat tegenover dat de actieve laag een winstgevende exploitatie mogelijk maakt als zij sober wordt ingericht. Naar verwachting zullen vooral nieuwe marktpartijen deze dienstverlening starten, in eerste instantie op lokale schaal. Om de markt hier aan te jagen, zou een startkrediet al voldoende kunnen zijn om marktpartijen aan te trekken. Dit krediet zou kortlopend kunnen zijn en bijvoorbeeld verstrekt kunnen worden binnen de bestaande structuren van Senter. Een alternatief is om de actieve laag te betrekken in de vraagbundeling die reeds gebruikt werd om het financieringsprobleem op de laag van de passieve infrastructuur sterk te verminderen. Het nadeel hiervan is dat de twee onderste lagen afhankelijkheden gaan vertonen, wat nieuwe nadelen met zich meeneemt (remming op innovatie in de actieve netwerklaag, minder prikkel om penetratie te vergroten en het wordt moeilijker om later mededinging te introduceren).

Samengevat ligt de prioriteit in het financieren van voldoende initiatieven gedurende een incubatietijd van ongeveer twee jaar. Daarna is naar verwachting een financieringsmarkt gecreëerd die voldoende interessant is om zelfdragend te kunnen zijn.

A.3.7 Verzekering van de beschikbaarheid van transportnetwerken

Met name de lokale overheid kan een belangrijke rol spelen bij de benodigde transportnetwerken die de FftH-netwerken op wijkniveau aan de buitenwereld gaan verbinden. In het voorgestelde model gaat ze als *launching customer* allerlei publieke gebouwen ontsluiten door middel van de aanleg van een *cityring*. Het gaat hier in wezen dus om een Fibre-from-the-Institute (FftI)-netwerk. Zoals geschetst in tabel A.1, kan een uitgebreid gamma van dergelijke gebouwen in aanmerking komen omdat ze veel intern verkeer opleveren of omdat ze een cruciale rol spelen in de communicatie tussen overheid en burger of tussen publieke organisaties en burger. Alleen al de interne besparing op communicatie legitimeert een dergelijke aanleg (zie bijvoorbeeld het Chicago Civicnet en Slim Graafwerk¹⁰ dat stelt dat voor dit soort netwerken terugverdientijden van drie jaar mogelijk zijn). In steden met een universiteit of HBO-opleiding zijn wellicht ook aansluitingen mogelijk op het geavanceerde netwerk van Surfnet/GigaPort. Ook valt te overwegen om deze overheidsinterne vraagbundeling te combineren met een vraagbundelingstraject voor het midden- en kleinbedrijf (met name de ICT- en mediasector) en industrieterreinen in de gemeente. Ten slotte is het heel goed denkbaar dat mobiele telecomoperators aan een dergelijk FftI-project meedoen omdat deze behoefte hebben aan een behoorlijk fijnmazig transportnetwerk voor opstelpunten van hun UMTS-netwerken. In al deze gevallen zou een publiekprivate samenwerking (PPS) op zijn plaats zijn.

Door het aanleggen van een 'gemeentenet' komt een glazen transmissienetwerk al behoorlijk dichtbij de woningen en mogelijk kunnen op deze locaties de benodigde

¹⁰ ISOC (2001), *Slim Graafwerk: Samen werken aan glasvezel in de wijk*, juni.

technische ruimten (wijkcentrale, collocatieruimte of concentratieruimte) worden gerealiseerd tegen relatief lage kosten. De Expertgroep stelt overigens dat ook dergelijke FftI-netwerken op marktconforme wijze moeten worden aangelegd, bijvoorbeeld op basis van een openbare aanbesteding.

Cultuur en ontspanning: culturele organisaties (schouwburg, theater, concertzaal, filmhuis), VVV, jongerencentra, sportcentra, musea, gemeentearchief, gemeentelijke fotodienst, wijkcentra en buurt-huizen, regionale omroep, recreatie, muziekscholen, clubs en verenigingen

Zorg en gezondheid: gezondheidsorganisaties (apotheek, diagnostisch centrum, gezondheidscentra, ziekenhuizen, rode kruis, consultatiebureaus, waarnemersposten voor dokters, kraamzorg), zorginstellingen, sociale instellingen (steunpunt jeugdwelzijn, jeugdwelzijnszorg, sociale dienst), kinderopvang (kinderdagverblijven, peuterspeelzalen, gastoudercentrale), dagcentra gehandicapten, ouderenorganisaties, ouderenvervoer

Overheid: gemeentelijke diensten, gemeentehuis, wijkbureau, gemeentelijk informatiecentrum, inspectiediensten (milieu, gezondheidsbescherming, ruimtelijke ordening), gemeentelijke nutsbedrijven, ombudsman, niet-gemeentelijke overheidsinstellingen (belastingdienst, provinciale overheid, ministeriële instellingen), sociale woningbouworganisaties, kadaster, arbeidsbureau

Openbare orde en veiligheid en justitie: politie, brandweer, ambulances, defensieonderdelen, kanton-gerecht, rechtshulp

Transport: openbaar vervoer, havenfaciliteiten

Onderwijs: instellingen voor onderwijs (primair, secundair en hoger onderwijs, volwasseneneducatie, speciaal onderwijs, ROC). Met name het hoger onderwijs kan ook besluiten studentenflats te ontsluiten.

Lokale economie: innovatiecentra, WTC

Tabel A.1: Overheids- of publieke gebouwen die in aanmerking komen om door een gemeentenet ontsloten te worden.

A.3.8 Leermomenten bij het analysemodel

Zoals eerder aangegeven, is het analysemodel opgesteld om inzicht te krijgen in een aantal gebieden waar keuzen gemaakt moeten worden. Belangrijke aandachtspunten die het model oproept zijn de volgende:

- De precieze bestuurlijke inrichting van het lokale FftH-project is grotendeels afhankelijk van lokale omstandigheden en vereist per situatie nauwkeurig onderzoek.
- Hoewel openheid en competitie uitgangspunt vormen in het model, zou verticale integratie niet volledig uitgesloten moeten worden. Het is belangrijk om de exacte condities te formuleren waaronder verticale integratie wordt toegestaan en goed toe te zien op de te maken afspraken met marktpartijen. De specifieke condities betreffen met name de exacte toegangsvoorwaarden voor andere concurrerende dienstenaanbieders.
- Voorkomen dient te worden dat er een sterke bestuurlijke en/of technische fragmentatie ontstaat tussen de talloze lokale projecten. Hier is een duidelijke regierol voor de overheid weggelegd.
- Er dient een maatstaf te komen waarmee gemeenten kunnen vaststellen wanneer een specifieke wijk rijp is voor verglazing: *de breedbandbarometer*.
- Indien er sprake is van een financieringstekort bij lokale breedbandinitiatieven – dit zal onder meer afhangen van de feitelijke betalingsbereidheid van eindgebruikers en van de houding van kapitaalverstrekkers – dient de overheid na te gaan op welke wijze dat tekort het beste aangevuld kan worden om toch van de economisch-maatschappelijke voordelen van grootschalige breedbandtoegang te kunnen profiteren.

Deze noties komen terug in hoofdstuk 3 en 4 van het hoofdrapport.

B Kostenaspecten bij glasvezel toegangsnetwerken

Een kernvraag bij de aanleg van FftH-netwerken betreft de daarmee gemoeide kosten. Om daar inzicht in te krijgen, geeft deze paragraaf een basisberekening op grond van een aanleg op wijkniveau (overeenstemmend met het in Annex A gepresenteerde analysemodel). Daarbij hanteren we de volgende aannames:

- Prijzen en kosten zijn gebaseerd op de berekeningen en aangevraagde offertes voor de diverse huidige initiatieven;
- De organisatie die de passieve laag financiert maakt geen winst maar krijgt wel een realistische rente vergoed;
- De organisatie die de actieve laag exploiteert, behaalt een rendement van 10%;
- Het geschetste netwerk is een zogenaamd Gigabit Ethernet netwerk, geschikt voor standaard IP-verkeer; er is nog niet voorzien in televisiediensten en in de aansluiting van standaard televisie- en telefoontoestellen;
- De schaalgrootte betreft een buurt met minimaal 5000 wooneenheden; de penetratie kan variëren van 10 tot 100%.

Ten slotte wordt alleen de kostenstructuur van de passieve en actieve infrastructuurlaag doorgerekend, niet die van de Service Providers en de dienstenaanbieders. Deze laatste markten bestaan reeds in een vorm die opgeschaald zou kunnen worden naar hogere capaciteiten.

Achtereenvolgens komen de verschillende lagen aan de orde.

B.1 Kostenstructuur passieve infrastructuur

Kenmerkend voor de aanleg van de passieve infrastructuur is dat deze slechts beperkt schaalbaar is; aanleg tegen acceptabele kosten is alleen mogelijk als alle straten in een gegeven gebied tegelijkertijd ontsloten worden. Er bestaan dan twee keuzen: Ofwel er wordt direct een vezel naar iedere individuele wooneenheid getrokken (wat natuurlijk nog niet wil zeggen dat alle bewoners er ook direct voor zullen kiezen hun netwerktoegang te activeren). De tweede mogelijkheid is dat er eenmalig een basisinfrastructuur door alle straten wordt getrokken (*'homes passed'*). De feitelijke huisaansluiting (via particuliere grond) en het blazen van de vezels vinden echter pas plaats als een individuele gebruiker aangeeft van het FftH-netwerk gebruik te willen maken (*'fiber drop'*). Het zal duidelijk zijn dat het eerste alternatief interessanter is als de verwachte penetratie heel hoog is, terwijl het tweede, meer schaalbare, alternatief geschikter is voor een lagere of geleidelijk groeiende penetratie. De berekening gaat uit van de tweede variant.

De feitelijke kosten voor aanleg in een buurt zullen natuurlijk sterk afhangen van de verhouding hoogbouw/laagbouw, het aantal woningen per hectare, grondgesteldheid

¹¹ Alle in deze paragraaf genoemde kosten zijn exclusief BTW tenzij nadrukkelijk aangegeven.

¹² Gezien het uitgangspunt van vraagbundeling in annex A.3 wordt er hier van uitgegaan dat de technische ruimte tegen relatief lage kosten ondergebracht kan worden in een reeds bestaande publieke ruimte.

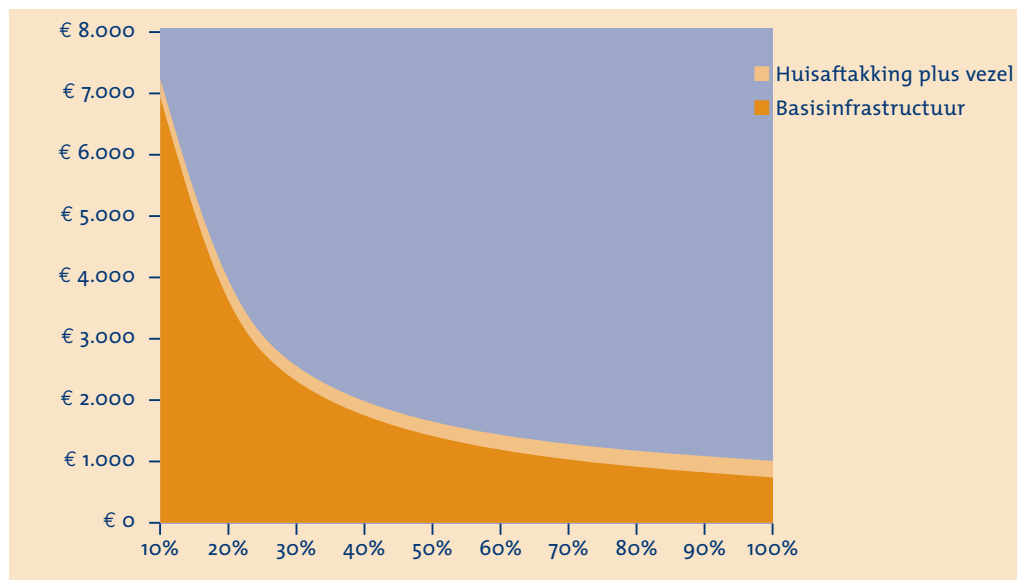
etc. Wel is het zo dat Nederland met zijn hoge bevolkingsdichtheid, zijn gunstige bodemgesteldheid en het grootschalige gebruik van stoeptegels i.p.v. gestort beton, relatief goedkoop Ffth kan aanleggen. Voor dit rapport gaan we uit van recente projecten en offertes voor diverse initiatieven. Op dit moment komen we uit op ongeveer € 900 per aansluiting voor de aanleg van een passieve infrastructuur in een gemiddelde Nederlandse buurt van enkele duizenden woonhuizen, bij gebruik van de zogenaamde Gigabit Ethernet netwerktopografie.¹¹ Dit bedrag is inclusief de graafkosten, de buizen en de glasvezels maar exclusief het aandeel in de benodigde technische ruimten.¹² Van deze € 900 is ongeveer € 700 niet schaalbaar en € 200 wel. Overigens kunnen bij het toekomstige gebruik van netwerktopografieën zoals ePON de kosten bij het passieve netwerk substantieel afnemen.

Kosten per aangesloten wooneenheid	Bron, aannames
€ 400 tot € 600 (nieuwbouw) € 900 tot € 1200 (bestaande wijken)	Close the Gap. Geen nadere onderverdeling of assumpties opgegeven
Passief netwerk: € 900 Actief netwerk: € 600	Almere VrijMarktNet. Nederlands gemiddelde. Passief netwerk is inclusief graafkosten, de glasvezel en het aandeel in technische ruimten en wijkring. Actief netwerk is inclusief beheerssysteem
Passief netwerk: € 900 tot € 1400 Actief netwerk: € 630 tot € 1800	Deventer, Driebergenbuurt. Uitgewerkt voor 300 huizen in de Driebergenbuurt in Deventer. Passief netwerk is inclusief graafwerk, buizen, één paar multi-mode glasvezels en het aandeel in de technische ruimte. Actief netwerk is inclusief mediaconverter en centrale capaciteit voor 100 Mbps per aansluiting. De hogere prijzen gelden bij de keuze voor apparatuur die ook televisie en telefonie ondersteunen en waarbij bestaande randapparaten gebruikt kunnen worden. Het gaat hier om list prices; de werkelijke prijzen zullen waarschijnlijk lager uitvallen, zeker in het geval van enige kwantiteit
Passief netwerk: € 650 tot € 750 Actief netwerk: € 450 tot € 650	Cap Gemini Ernst & Young, 'Hybride net'
€ 1200 bestaande bouw; € 300 nieuwbouw (beide bedragen omvatten vermoedelijk alleen de passieve infrastructuur)	ISOC/De commissie Andriessen: Slim Graafwerk. Geldig bij de verglazing van 90% van alle Nederlandse huishoudens.
€ 600 (waarschijnlijk alleen voor de passieve infrastructuur)	NOS, Ministerie van OC&W en Ster, 'Nieuwe Media strategie', eindrapport 16 februari 2001, aangehaald in Slim Graafwerk
€ 1500 tot € 2500 totaal (niet verder gespecificeerd)	CISCO, 'Content Organiser & Distributor model'
€ 2000 totaal (niet verder gespecificeerd)	M&I/Partners, 'Amsterdam, The Big Cherry?'

Tabel B.1: Kosten van actieve en passieve infrastructuur volgens diverse bronnen.

Als we uitgaan van de ontsluiting van een gehele buurt, dan is de penetratie het aandeel van de geactiveerde wooneenheden (die feitelijk de diensten gebruiken en aldus ook deelnemen aan de bekostiging van de infrastructuur) ten opzichte van het aantal ontsloten wooneenheden. De kosten per geactiveerd huishouden zullen dan ook sterk met deze penetratie samenhangen, zoals figuur B.1 laat zien. Als we voor een bepaald businessmodel uitgaan van een penetratie van bijvoorbeeld 30%, dan zal er per geactiveerde wooneenheid op de één of andere manier € 2533 opgebracht moeten worden (€ 2333 per huishouden voor de basisinfrastructuur plus € 200 voor de individuele huisaansluiting). Verderop zullen we kijken wat de mogelijkheden daarvoor zijn. Metho-

den zoals vraagbundeling kunnen er in voorzien dat bij aanleg een vastgestelde minimale penetratie vanaf dag één gehaald wordt. Start de penetratie bij vraagbundeling met bijvoorbeeld 30% en neemt die in een aantal jaren toe naar bijvoorbeeld 70%, dan is er uiteindelijk € 1200 per aangesloten huishouden nodig (€ 1000 per huishouden voor de basisinfrastructuur plus € 200 voor de individuele huisaansluiting). Wordt een dergelijk groeitraject voorspeld, dan zou met behulp van voorfinanciering door geschikte partijen ook al voor de allereerste gebruikers de prijs van € 1200 gehanteerd kunnen worden.



Figuur B.1: Kosten passieve infrastructuur per aansluiting bij verschillende penetraties

(Retail)financiering is nodig als de eindgebruiker (of zijn vertegenwoordiger zoals een woningbouwcoöperatie) niet in staat is of niet bereid is de eenmalige kosten vooraf te voldoen. Bij de bepaling van realistische afschrijftijden daarvoor kunnen we ons laten leiden door technische en economische levensduur. Op basis daarvan gaan we uit van een afschrijftijd van 10 jaar voor de huisaftakking (met name omdat deze de vezel zelf omvat) en 25 jaar voor de basisinfrastructuur. Daarnaast gaan we uit van een gemiddelde rentevoet van 10% voor een annuïteitfinanciering. Een passief netwerk neemt relatief lage operationele kosten met zich mee: we gaan hier uit van een schaalbare € 2 per geactiveerd huishouden.¹³ In tabel B.2 worden de genoemde maandlasten berekend en in figuur B.2 zijn ze uitgesplitst weergegeven voor verschillende penetraties.

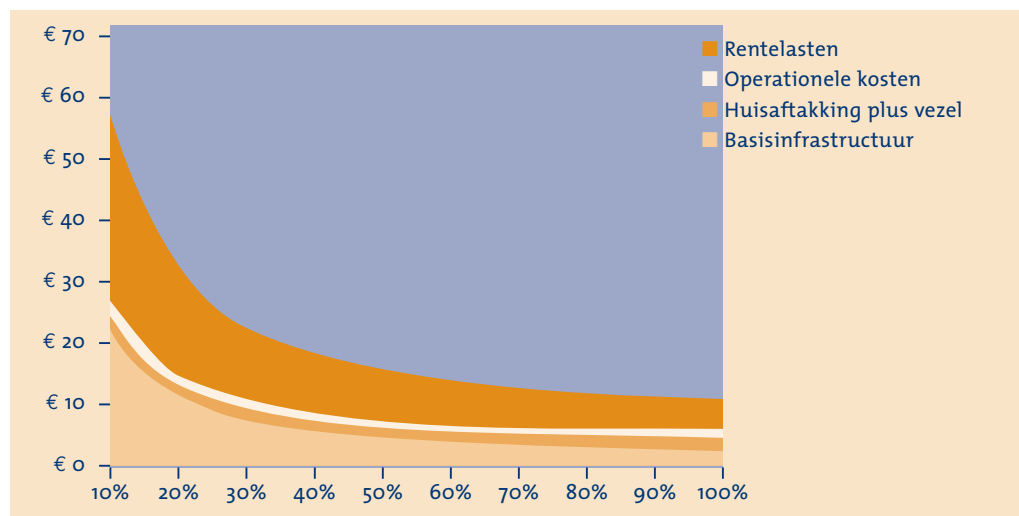
¹³ Leidraad daarbij is de bij telecommunicatiebedrijven gebruikelijke raming van jaarlijkse operationele kosten van 2,5% van de kapitaalwaarde.

¹⁴ Met 'per huishouden' wordt bedoeld op alle huishoudens in de buurt, ongeacht het feit of het om geactiveerde huishoudens gaat (waarvoor dus een fiber drop is aangelegd).

	Kapitaalkosten	Afschrijftermijn	Maandelijkse kosten
Basisinfrastructuur	€ 700	25 jaar	€ 2,33 per huishouden ¹⁴
Huisaansluiting (inclusief ingeblazen vezel)	€ 200	10 jaar	€ 1,66 per geactiveerd huishouden
Operationele kosten			€ 2,00 per geactiveerd huishouden
Rentelasten over kapitaalkosten			€ 2,03 per geactiveerd huishouden plus € 2,85 per huishouden
Totaal			€ 5,69 per geactiveerd huishouden plus € 5,18 per huishouden

Tabel B.2: Kosten per gebruiker voor de passieve infrastructuur in het geval van retailfinanciering

Overigens ligt het voor de hand dat er in een gemengde wijk (huurwoningen, koopwoningen, MKB, andere organisaties) een mengvorm ontstaat tussen vooruitbetaling en financiering.



Figuur B.2: Kosten per gebruiker voor de passieve infrastructuur in het geval van retailfinanciering

15

De mediaconverteer wordt ook wel de optisch-elektrische converteer genoemd. Als er extra functionaliteiten worden geboden, zoals de ondersteuning voor reguliere telefoon-toestellen en televisietoestellen, spreekt men ook wel over een residential gateway.

16

Deze standaard mediaconverteer biedt een zogenaamde fast Ethernet aansluiting waar nagenoeg elke computer op aangesloten kan worden. Wanneer tevens een aansluiting voor reguliere telefoon- of televisietoestellen gewenst is, neemt de prijs van dit apparaat op dit moment nog toe van ongeveer € 100 tot € 600.

17

Er bestaan ook voorstellen om de mediaconverteer (zeker omdat het hier slechts een optisch-naar-elektrisch omzetter betreft) even lang als de vezel af te schrijven (hier: 10 jaar). Dat is hier niet gedaan.

18

We gaan er hier vanuit dat aan deze activiteit relatief hoge operationele kosten verbonden zijn. Daarom is er een waarde gekozen die ver uitstijgt boven de bij telecommunicatiebedrijven gebruikelijke raming van jaarlijkse operationele kosten van 2,5% van de kapitaalwaarde.

19

Deze bedragen zijn gebaseerd op Stratix (2001), *VrijMarktNet: Handleiding voor een doorbraak*, december.

B.2 Kostenstructuur actieve infrastructuur

Bij de actieve infrastructuur is het essentieel dat er een rendabele exploitatie bereikt kan worden. Dit hangt niet alleen af van de kostenstructuur maar ook van de hierboven besproken exploitatievorm en de gebruikte tariefmodellen. De investeringen van de actieve-infrastructuurbeheerder bestaan voornamelijk uit de aanschaf van apparatuur voor het belichten van de glasvezel (centraal maar ook bij de gebruikers thuis), de schakelsystemen en de beheersystemen. Ook de zogenaamde mediaconverteer, die bij de klant thuis geïnstalleerd wordt, maakt deel uit van deze laag.¹⁵ In de komende jaren worden aanzienlijke prijsverlagingen verwacht voor de benodigde actieve apparatuur. Dit geldt met name voor de benodigde lasers, die een aanzienlijk deel van de apparaaturokosten bepalen. Voor een aanzienlijk deel zijn de kosten van deze exploitant schaalbaar: de capaciteit kan gradueel worden verhoogd met het aantal actieve gebruikers. Hierboven is reeds aangegeven dat het rekenvoorbeeld uitgaat van een penetratie van minimaal 10% in een buurt van 5000 wooneenheden; we veronderstellen hier dat vanaf dit aantal actieve gebruikers de kosten volledig schaalbaar zijn.

Op basis van recente projecten en offertes komt de aanleg van een actieve infrastructuur op dit moment neer op een gemiddelde van € 600 per geactiveerde klant. Bij dit bedrag is uitgegaan van een basis IP-centrale met een schakelcapaciteit van 100 Mbps per wooneenheid. Ook is een standaard mediaconverteer meegerekend.¹⁶ Uitgaande van een afschrijftijd van 5 jaar, is er met de afschrijving van de apparatuur een bedrag gemoeid van ongeveer € 10 per maand.¹⁷ Daarnaast kent de actieve-netwerkeexploitant substantiële operationele kosten (deze zijn overigens exclusief helpdeskactiviteiten want die worden bij de ISP ondergebracht). Als we voor deze operationele kosten € 7 per aangesloten huishouden per maand¹⁸ rekenen, voor rentelasten € 4 en voor exploitatiewinst € 3, dan kost de actieve infrastructuur in totaal € 24 per huishouden per maand.¹⁹

	Kapitaalkosten	Afschrijftermijn	Resulterende maandlasten
Apparatuur voor het belichten, schakelapparatuur en beheersplatform	€ 500	5 jaar	€ 8,33
Mediaconverteer	€ 100	5 jaar	€ 1,66
Operationele kosten			€ 7,00
Rentelasten over kapitaalkosten			€ 4,00
Exploitatiewinst			€ 3,00
Totaal			€ 24,00

Tabel B.3: Kosten van de actieve infrastructuur per geactiveerd huishouden

B.3 Kostenstructuur Service Provision diensten

Voor de service provision gaan we uit van een extrapolatie van het huidige diensten-aanbod. Interviews hebben laten zien dat dergelijke diensten voor breedband vermoedelijk zullen worden aangeboden voor prijzen tussen de € 10 en € 20 per maand (inclusief een uitgebreide helpdeskactiviteit). We gaan hier uit van een tarief van € 15. De verbinding tussen ISP's en de wijkinfrastructuur geschiedt door middel van een transportnetwerk. Zoals besproken in paragraaf A.2, spelen bij de kosten van deze verbinding een aantal aspecten sterk mee: capaciteit, afstand, nabijheid van bestaande transportinfrastructuren en technologieontwikkeling. Op basis van consultatie bij marktpartijen gaan we voor deze berekening voor de ontsluiting van de buurtinfrastructuur uit van een commerciële huurlijn voor een tarief van € 5000 per maand. Dit bedrag is in zijn geheel niet schaalbaar.

B.4 Totale kostenstructuur infrastructuur

Als we de hierboven berekende kosten voor de verschillende penetratiegraden uitwerken en ten slotte ook het BTW-tarief bijvoegen, komen we op een verloop zoals gegeven in figuur B.3.²⁰ Daar is af te lezen dat de aanleg kostenrendabel is op het moment dat bijvoorbeeld 30% van de aangesloten huizen bereid is de aansluiting te activeren en daarvoor € 78 (inclusief BTW) per maand te betalen. Dit tarief kan lager uitvallen als er van vraagstimulering en/of vormen van overheidsfinanciering sprake is. Verder is er – zoals aangegeven in de berekening – een aantal veronderstellingen. In de volgende situaties zouden de kosten lager kunnen uitvallen:

- Als er eerst wordt aangelegd in buurten met een meer dan gemiddelde vraag (en dus een hogere penetratie).
- Wanneer er sprake is van relatief veel appartementen, nemen de kosten van de basisinfrastructuur aanzienlijk af.
- Als huishoudens (of hun belangenvertegenwoordigers zoals woningbouwcoöperaties) bereid zijn om direct de volledige kosten van de passieve verbinding te dragen. Er is dan geen voorfinanciering meer nodig en de (rente)kosten van de passieve laag nemen dus aanzienlijk af.
- Als huishoudens bereid zijn om bij aansluiting een deel van de kosten van de passieve verbinding te dragen (bijvoorbeeld de individuele huisaansluiting à € 200). Ook dan nemen de (rente)kosten van de passieve laag af.
- Bij prijsdalingen van met name de actieve apparatuur. Er valt te verwachten dat de kosten de komende jaren op diverse fronten aan een behoorlijke daling onderhevig zullen zijn. De actieve apparatuur zal profiteren van de grootschalige introductie van vergelijkbare schakelcentrales met optische poorten in kantoornetwerken.²¹ Ook voor de geavanceerde mediaconverters worden forse prijsdalingen verwacht.
- Bij de introductie van nieuwe netwerktypologieën zoals ePON. Dergelijke systemen vergen aanzienlijk minder glasvezel per aangesloten huishouden en leggen minder beslag op civieltechnische voorzieningen zoals wijkcentrales.
- Als door toenemende vraag naar grote transport/huurlijnen de betreffende markt zich verder ontwikkelt en de prijzen dalen, en als als de kostprijzen van huurlijnen per informatie-eenheid dalen door de introductie van onder meer de 10-Gigabit Ethernet techniek.

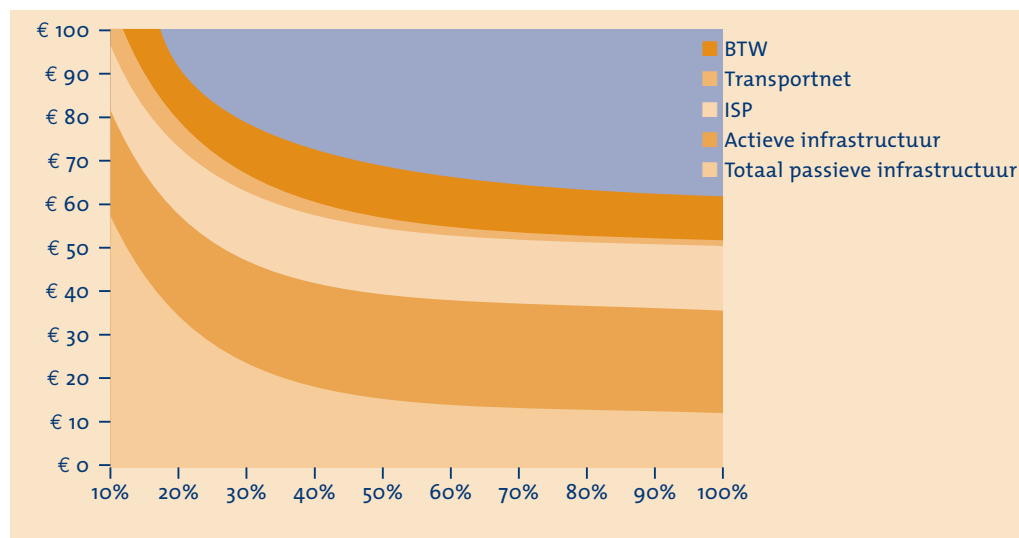
We wijzen er hier nadrukkelijk op dat de kostenberekening plus opslag (in een aantal lagen) zoals geschetst *niet* gelijk is aan de tariefstelling die partijen zullen kiezen. Tariefstelling gebeurt op basis van marktvraag en betalingsbereidheid, onder meer op basis van de prijselasticiteitskromme. Ook speelt hier bedrijfsstrategie een belangrijke rol, zoals de beslissing om tegen een wat lager tarief te starten om marktgroei te stimuleren.

20

Bij de BTW-berekening is voorbijgegaan aan het feit dat over de financieringskosten geen BTW verschuldigd is. In werkelijkheid valt het bedrag dus wat lager uit.

21

Veel kantoren beginnen deze techniek te gebruiken voor het LAN-verkeer tussen verdiepingen onderling en later zal de techniek vermoedelijk tot elke werkplek doordringen.



Figuur B.3 Totale kosten inclusief opslag per aansluiting

Verschillende bestaande voorstellen voor glasvezelprojecten in Nederland en daarbuiten hebben lagere indicaties voor de tarieven dan waar onze berekening van uitgaat. Dat komt omdat ze andere (meestal gunstigere) aannames doen, zoals een groeiende penetratie, lagere aanlegkosten of een eenmalige vergoeding door de eindgebruiker voor de aanleg van de infrastructuur (en dus lagere rentekosten). Ook is er soms uitgegaan van een deel overheidsfinanciering. Tabel B.4 vermeldt de tarieven zoals aangekondigd bij diverse initiatieven.

Initiatief of project	Tarieven/tariefindicaties
VrijMarktNet, Almere	Eenmalige betaling van € 900 ('aansluitrecht'), € 20 per maand ('vastrecht'). Daarnaast zal er nog een vergoeding voor de xSP zijn
Amsterdam	Volgens een krantenbericht wordt er uitgegaan van € 50 per maand. Er is niet verder gespecificeerd of hier al dan niet een ISP-dienst inbegrepen is.
Close the Gap	€ 35 per maand, inclusief ISP-dienst en buurtdiensten. Na 2,5 jaar neemt deze prijs af omdat de eindgebruiker in dit coöperatieve model eigenaar is geworden van zijn eigen passieve infrastructuur. Naar keuze ook eenmalige betaling van € 800 tot € 1000 door de huiseigenaar en daarna een lagere maandprijs
Breedbandsbolaget, Zweden	Deze breedbanddienstverlener heeft in Zweden zo'n 60.000 burgers aangesloten. De dienstverlening bestaat uit een internetverbinding van 10 Mbps voor een maandelijks bedrag van € 20 en ongeveer € 200 aansluitkosten ²²
Lina.Net, IJsland	In IJsland biedt het bedrijf Lina.Net, dat opgericht is door het energiebedrijf Reykjavík Energy, een 100 Mbps-internetverbinding voor € 50 per maand en € 80 installatiekosten. Er zijn 18.000 woningen aangesloten ²³
Usen, Japan	Vanaf juni 2001 heeft Usen 1.000 breedbandgebruikers aangesloten. Zij betalen een maandelijks bijdrage van ongeveer € 44 en eenmalige installatiekosten van € 270. Hiervoor krijgt men een 10 Mbps-internetverbinding

Tabel B.4: Voorgestelde tarieven bij diverse initiatieven

²² M&I/Partners (2002), *Amsterdam, The Big Cherry? Beleidsissues ten aanzien van 'glasnaar-de-meterkast'*, 7 januari.

²³ Ibid.

B.5 Conclusie voor de aanleg van infrastructuur

De bovenstaande berekeningen laten zien dat FftH netwerken beslist economisch verantwoord aangelegd kunnen worden. Maar er moet wel nadrukkelijk rekening worden gehouden met de sterk verschillende eigenschappen tussen de diverse lagen (zie ook tabel B.5). Met name bij de financiering en de daarmee samenhangende eigendomsverhoudingen bij de passieve infrastructuur, zal een innovatieve aanpak nodig

zijn. Naar het zich laat aanzien, is het voor de bestaande telecommunicatieaanbieders een moeilijke stap om een grootschalige nieuwe passieve infrastructuur aan te leggen. In de huidige competitieve omgeving zijn afschrijftijden van 25 jaar en een vermoedelijk slechts bescheiden rendement moeilijk te verantwoorden. Ook laat de financiële positie van deze ondernemingen een dergelijke kostbare en slechts beperkt schaalbare investering niet toe. Het is daarom zaak om andere partijen te identificeren die een specifiek, niet puur financieel belang hebben in het investeren in een dergelijke infrastructuur (zie verderop). Er bestaan een aantal partijen of combinaties van partijen die een dergelijke investering gezamenlijk vermoedelijk wel kunnen verantwoorden. In paragraaf A.2.1 is reeds nader ingegaan op deze partijen en hun belangen.

	Passieve infrastructuur	Actieve infrastructuur	xSP	Toepassingen
Kapitaalintensiviteit	Hoog	Hoog	Laag	Varieert
Economische levensduur van middelen of levenscyclus product/dienst	Lang	Kort	Kort	Kort
Afschrijftijd	Lang	Kort	Kort	Kort
Rendement	Laag	Onzeker	Hoog?	Hoog?
Investeringen	Weinig schaalbaar	Redelijk schaalbaar	Zeer schaalbaar	Varieert

Tabel B.5: Typische eigenschappen van de verschillende functionele lagen

Overzicht van belangrijke Nederlandse initiatieven voor breedbandnetwerken

Bij de huidige Nederlandse breedbandinitiatieven kan globaal een drietal vormen onderscheiden worden. Dat zijn het 'gemeentemodel', het 'Netschapmodel of VrijMarkt-Net model' en het 'Coöperatief model'. Deze drie modellen worden in de onderstaande tabel nader toegelicht.

	Gemeentemodel (o.a. Amsterdam, Rotterdam)	Netschapmodel of VrijMarktNet model (o.a. Almere, Deventer)	Coöperatief model (Close the Gap)
Initiatief, regie	Gemeente neemt initiatief en volledige regie in handen. Gemeente beslist over te vergla-zen wijken	Gemeente initieert maar de regie komt te liggen bij een op te richten organisatie (bijv. een stichting) die tevens de passieve infra bezit	Een potentiële actieve-netwerk-exploitant neemt het initiatief maar de regie komt bij een nog op te richten stichting die tevens de passieve infra bezit. Belangrijke rol voor vraagbundeling
Fasering	In beide gevallen pilots in twee buurten in een grote stad met verschillende demografische eigenschappen. Daarna opscha-ling mogelijk	In beide gevallen pilots in één enkele buurt. Daarna opschaling	Eerste realisatie in een middel-grote gemeente. Daarna kan het coöperatieve model in andere gemeenten herhaald worden. Dan ontstaat er de mogelijkheid tot het oprichten van een lan-delijke, overkoepelende organi-satie
Financiering passieve infra	Amsterdam: gemengde financie-ring met beperkt overheidsaan-deel Rotterdam: voor de pilots 100% investering lokale overheid, later wellicht anders	Gemengde financiering waarbij de overheid in beginsel geen aandeel neemt	Financiering op basis van een coöperatief model. Bewoners zelf of hun representanten (woningbouwcoöperaties etc.) nemen deel in de coöperatie
Organisatie actieve infra	Tijdelijke concessie aan commer-ciële exploitant. Later eventueel mededinging tussen verschillen-de exploitanten	De organisatie die de passieve infra bezit, richt zelf een BV op die de actieve infra gaat exploi-teren	De commerciële marktpartij die het initiatief nam, wordt ook de actieve- netwerkexploitant
Lokale diensten	Niet direct voorzien. Overigens is Amsterdam wel actief met e-government dien-sten	De actieve- netwerkexploitant biedt diensten aan zoals een lokale marktplaats en uitwisse-ling van eigen content tussen deelnemers	

Naast deze initiatieven speelt Kenniswijk in Eindhoven een belangrijke rol in het Nederlandse breedbandlandschap. Kenniswijk is een publiekprivate samenwerking (PPS) tussen de overheid, marktpartijen en maatschappelijke organisaties die zich ten doel heeft gesteld een unieke combinatie van diensten en breedbandinfrastructuur te realiseren. Kenniswijk moet echter vooral gezien worden als aanjager voor ontwikkeling van breedbandinfrastructuren en diensten en niet zozeer als een businessmodel voor de aanleg van glasvezelnetwerken. Daarom leent Kenniswijk zich minder goed voor een beschrijving in de tabel.

Technieken bij breedband toegangsnetwerken

In deze annex bespreken we relevante breedbandtechnieken die worden toegepast op kabeltelevisienetwerken, telefoonnetwerken en glasvezelnetwerken.

D.1 Breedbandtoegang via kabeltelevisienetwerken

De huidige netwerken worden gekenmerkt als hybride glasvezel /coaxiale netwerken (HFC: Hybrid Fibre Copper). Glasvezelverbindingen lopen daarbij bijvoorbeeld tot aan de wijkcentrale. Vanaf die plaats begint een gedeeld netwerk op basis van coax-bekabeling, waarbij de in totaal ongeveer 4000 aangesloten huishoudens per wijkcentrum een gegeven stuk capaciteit delen. Daarmee zijn in de praktijk snelheden tot ongeveer 500 kbps mogelijk.²⁴ De snelheden stroomopwaarts zijn mede door de opbouw van de huidige netwerken vaak een factor vijf lager.²⁵

²⁴ Bij de huidige technieken heeft één enkel kanaal een stroomafwaartse capaciteit van ongeveer 32 Mbps. Als we uitgaan van 4000 aangesloten huizen, een kabelmodempenetratie van 15% en een gelijktijdig gebruik van 10% tijdens de drukke uren, dan is de capaciteit per gelijktijdige gebruiker 32 Mbps / (4000*15%*10%) = 0,51 Mbps.

²⁵ Dit komt door de relatief lage splitfrequentie bij de huidige netwerken.

²⁶ TNO (2002), *Capaciteitsaspecten Breedband Toegang* (FEL-02-C110), in opdracht van DGTP, april.

²⁷ GigaPort (2000), *Internettoegang via de kabel op GigaPort-niveau*, november.

De eerste internetdiensten werden aangeboden via leveranciersspecifieke, onderling rivaliserende technieken (onder meer van de leveranciers COM21, Terayon en Delta-kabel). Na een intensieve strijd om een breed ondersteunde norm voor kabelmodems in Europa is euroDOCSIS als winnaar uit de bus gekomen, een variant op de gelijknamige Amerikaanse norm. De groei in schaalgrootte die gepaard gaat met een dergelijke breed gedragen norm, verlaagt de kosten van netwerkaanbieders. Een versnelde afschrijving van bestaande apparatuur is daarbij niet nodig; diensten op basis van deze nieuwe norm kunnen geleidelijk geïntroduceerd worden naast de bestaande technieken.²⁶

Om meer gebruikers met de huidige snelheden te bedienen (de penetratie is nu ongeveer 15% in de ontsloten gebieden) en/of de gebruikers hogere snelheden te bieden, is capaciteitsgroei noodzakelijk. De capaciteit van deze netwerken kan in een aantal stappen worden vergroot:

- Inzet meerdere gelijktijdige kanalen voor breedbandverkeer (hoewel het aantal nog ongebruikte kanalen erg schaars is);
- Nieuwere generaties kabelmodems (wellicht een capaciteitsgroei met factor twee);²⁷
- De groepen die de gegeven capaciteit bij een kanaal delen, verkleinen van 4000 naar 1000 huishoudens (ontkoppeling wijkcentra);
- De groepen die de gegeven capaciteit bij een kanaal delen, verder verkleinen van 1000 naar 170 huishoudens (ontkoppeling groepsversterkers).

De kosten die nodig zijn voor het nemen van deze opeenvolgende stappen nemen exponentieel toe. Een verdere stap zou een capaciteitsdeling door minder dan 170 huishoudens kunnen zijn. Dat kan door de ontkoppeling van de zogenaamde eindversterkers die ieder een tiental huizen bedienen. Dergelijke methoden maken snelheden mogelijk

die vergelijkbaar zijn met die van de huidige glasvezeltechnieken (bijvoorbeeld 100 Mbps) en worden daarom ook wel met 'virtueel glas' aangeduid. In feite loopt er dan een glasvezel naar iedere straat. Dit vergt wel een forse investering: afhankelijk van de huidige netwerktopografie zal er tot nagenoeg elke straat worden gegraven en moet er per straat (op de plaats van de zogenaamde mini-sterpunten) een kleine centrale-unit geplaatst worden. In Nederland is door CAI Westland onlangs een proef met een dergelijke techniek aangekondigd.²⁸ Exploitanten van kabelnetwerken geven zelf echter al aan dat ze deze stap financieel waarschijnlijk niet kunnen verantwoorden ten opzichte van een directe investering in glasvezel.²⁹ Daarom geven ook de huidige kabelexploitanten aan dat er op termijn glasvezel naar alle woonhuizen moet worden aangelegd. Het kantelpunt waarop dat economisch verantwoord is, wordt bij nieuwbouw binnen nu en twee jaar bereikt en bij bestaande bebouwing vermoedelijk na meer dan zeven jaar (vanwege de nog lopende afschrijving van de al gelegde kabelnetwerken).

28

'Kabelsector start proefproject met virtuele glasvezel', persbericht Vecai, 26 februari 2002.

29

VECAI (2002), *Evolutionaire groei in breedband transmissie netwerken*, februari.

D.2 Breedbandtoegang via telefoonnetwerken

Door het gebruik van innovatieve Digital Subscriber Line (DSL-) technieken kunnen veel hogere snelheden op telefoonlijnen gehaald worden dan voorheen aangenomen werd. Telefoonnetwerken gaan in de regel uit van zogenaamde nummercentrales waarop de individuele lijnen van woonhuizen ('local loops') binnenkomen. Omdat er anders dan bij kabeltelevisienetten geen sprake is van een gedeeld medium, zijn er in principe geen grote veranderingen in het netwerk nodig: DSL-apparatuur kan eenvoudigweg in de bestaande nummercentrales en bij de klant thuis worden opgesteld. In de praktijk blijken er echter problemen op te treden omdat de bedrading van de local loop grotendeels is gebundeld. Bij deze gebundelde draden treedt overspraak op, waardoor bij een hoge concentratie DSL-gebruikers slechts een fractie van de theoretisch mogelijke snelheden gehaald wordt. Een tweede beperking ligt in de maximaal toegestane lengte van de local loop. Met name bij hogere snelheden moeten de lengtes zeer beperkt blijven.

xDSL variant	Maximale theoretische snelheid stroomafwaarts	Maximale local loop lengte
ADSL	1,5 tot 8 Mbps	tot 5,5 km
DSL lite	1,5 Mbps	tot 5,5 km
HDSL	1,5 tot 2 Mbps	tot 4 km
SDSL	2 Mbps	tot 3 km
SHDSL	4,6 Mbps	tot 3 km
VDSL	13 tot 52 Mbps	tot 1,4 km; tot 300 m voor de hoogste snelheden

Tabel D.1: Overzicht van de belangrijkste xDSL-technieken

In feite bestaat er een hele familie aan DSL-standaarden, zoals weergegeven in tabel D.1. Daarom spreekt men wel van xDSL. Enkele versies zijn asymmetrisch (een hogere snelheid stroomafwaarts dan stroomopwaarts) maar voor HDSL bijvoorbeeld geldt dat niet. Sommige versies (zoals ADSL) kunnen gecombineerd worden met bestaand telefoonverkeer, bij anderen (zoals HDSL) mag dat juist niet.

Om hogere gemiddelde snelheden dan 500 kbps te bieden of om een substantiële penetratie van ADSL in een bepaalde wijk mogelijk te maken, is het nodig de local loop te verkorten. In technische termen wil dat zeggen dat het zogenaamde primaire of zelfs het secundaire aansluitnet verglaasd moet worden. Net als bij het hierboven besproken 'virtueel glas', gaat het hier in wezen om glasvezel tot aan de straat. In deze context wordt dan ook van Fibre-to-the-Curb (FttC) gesproken.³⁰ De benodigde investeringen zijn fors; er moet naar nagenoeg elke straat worden gegraven en per straat een kleine centrale-unit geplaatst worden. De kosten nemen opnieuw exponentieel toe naarmate men dichter bij de woonhuizen komt.

30

Amerikanen gebruiken de term Fibre-to-the-Kerb (FttK).

D.3 Breedbandtoegang via glasvezelnetwerken

Voor toegangsnetwerken op basis van glasvezel bestaan verschillende systemen. Deze verschillen onder meer op de volgende technische aspecten:

- Het gebruikte type **glasvezel**. De zogenaamde *multi mode* glasvezel laat de toepassing van relatief goedkope transmissieapparatuur toe. Dit type vezel kent echter wel beperkingen qua maximale afstand tussen wooneenheid en centrale. De zogenaamde *single mode* vezel laat weer veel langere afstanden toe, maar de benodigde actieve apparatuur is vooralsnog duurder.
- De toepassing van een zogenaamd **actief of passief netwerk**. Bij een actief netwerk loopt er een individuele glasvezel tussen wooneenheid en centrale (in de regel een enkele kilometer). Op deze vezel wordt dus geen capaciteit met andere gedeeld. Wel is hierbij veel vezellengte nodig. Bij een passief netwerk (PON: Passive Optical Network) worden de vezels van bijvoorbeeld een achttal wooneenheden nog in dezelfde straat samengebracht in een passieve splitter. Vanaf deze splitter gaat er slechts één enkele glasvezel verder naar de centrale. Passieve netwerken vergen veel minder vezellengte; we spreken daarom over ‘vezelarme’ netwerken. Ook zijn er minder aansluiteenheden (‘poorten’) in de centrale nodig. Potentieel leidt deze techniek dus tot kostenbesparingen. Daartegenover staat dat bij passieve systemen de capaciteit op de gemeenschappelijke vezel gedeeld wordt tussen meerdere aansluitingen. Ook zijn er geavanceerde protocollen nodig, onder meer om een goede kwaliteitsverdeling te bereiken en om de privacy van gebruikers te waarborgen.
- Het gebruikte **transmissieprotocol**. Het zogenaamde ATM (Asynchronous Transfer Mode) protocol is ontwikkeld binnen de telecommunicatiewereld en was bedoeld om allerlei diensten (waaronder telefonie, beeld en geluid) met gegarandeerde kwaliteit te kunnen ondersteunen. Er lijkt echter steeds meer steun te ontstaan voor het aanzienlijk goedkopere Ethernet-protocol, afkomstig uit de computerwereld. Voor het bieden van diensten met een gegarandeerde kwaliteit op basis van Ethernet zijn er echter wel additionele protocollen nodig.
- Het al dan niet **gelijktijdig gebruik van meerdere lichtkleuren**. Hiermee kan de transmissiesnelheid van glasvezels drastisch worden verhoogd (WDM: Wavelength Division Multiplexing). Zo kunnen de signalen voor de heen- en terugweg over één en dezelfde vezel gestuurd worden (bidirectionele communicatie). WDM kan ook ingezet worden om (bij passieve netwerken) verschillende gebruikers een hoge, onafhankelijke snelheid te bieden. Ten slotte kan de techniek ook gebruikt worden om verschillende protocollen op dezelfde vezel te gebruiken; zo zou Ethernet voor internetverkeer kunnen worden ingezet en tegelijkertijd een ander, analoog protocol voor de verspreiding van televisiebeelden (‘video overlay’). Kosteneffectieve techniek voor de toepassingen van meerdere lichtkleuren is echter nog volop in ontwikkeling.

Op basis van verschillende keuzen op de bovenstaande punten zijn er vier systemen op de markt beschikbaar. Deze worden in tabel D.2 besproken.

Systeem	Eigenschappen
Gigabit Ethernet (IEEE norm 802.3)	Actief netwerk op basis van het Ethernet-protocol met (huidige) snelheden tot 1 Gbps. Goed opschaalbaar. Meestal in combinatie met single mode vezel, maar bij korte afstanden tot de centrale zijn eventueel ook multi mode vezels mogelijk. In de centrale is er voor iedere gebruiker een aparte poort nodig. De individuele vezel per aansluiting maakt het gemakkelijk meerdere actieve-netwerkbeheerders naast elkaar toe te staan. Minder geschikt voor televisiedistributie maar dat kan opgelost worden door de (optionele) toepassing van <i>video overlay</i> . Gigabit Ethernet is gebaseerd op een bewezen technologie, is gestandaardiseerd, interoperabel en er is een ruim productaanbod. De techniek wordt breed ondersteund, met name in de kantooromgeving. Zowel de apparatuur in de centrale als de mediaconverter bij de gebruiker thuis zijn aantrekkelijk geprijsd. Omdat het een vezelrijk netwerk betreft, kunnen de kosten echter aanzienlijk zijn.
aPON (ITU norm G.983.1) ³¹	Een passieve netwerktechniek die ontwikkeld is door telecompartijen. Op basis van single mode glasvezel. WDM wordt gebruikt voor bidirectionele communicatie. De gegevenssnelheid van 155 Mbps of 622 Mbps wordt gedeeld door 32 gebruikers (zowel stroomafwaarts als stroomopwaarts). ³² Met name telefonie en video kunnen eenvoudig tegen gegarandeerde kwaliteit aangeboden worden. Bij internetverkeer is er echter relatief veel overhead. Optioneel kan video overlay toegepast worden. Hoewel aPON genormaliseerd is, blijven de kosten van de benodigde apparatuur hoog. Dit is een gevolg van het gebruik van het relatief complexe ATM-protocol. aPON-producten zijn vooralsnog op de Amerikaanse markt gericht.
ePON (norm in voorbereiding als IEEE 802.3ah) ³³	Leunt qua transmissietechniek op de aPON-norm maar past daarbij Ethernet toe in plaats van ATM. Daarmee worden de voordelen van Ethernet (goedkope en hoog presterende apparatuur) gecombineerd met de voordelen van passieve netwerken. Een snelheid van 1 Gbps of 10 Gbps wordt gedeeld door bijvoorbeeld 32 gebruikers. De normalisatie is nog niet afgerond en daarom zijn er leverancierspecifieke implementaties.
WDM PON	Een passieve netwerktechniek waarbij elke gebruiker een eigen lichtkleur krijgt toegekend. Daardoor hoeft er geen capaciteit meer gedeeld te worden. Implementaties zitten echter nog in het R&D-stadium.

Tabel D.2. Systemen voor glasvezelnetwerken

³¹ Staat ook wel bekend als FSAN: Full Service Access Network, naar het project waarin de techniek werd ontwikkeld.

³² TNO (2002), *Capaciteitsaspecten Breedband Toegang* (FEL-02-C110), in opdracht van DGTP, april.

³³ Staat ook wel bekend als EFM (Ethernet in the First Mile) naar de werkgroep waarin de techniek wordt ontwikkeld.

Breedbanddiensten in relatie tot benodigde bandbreedte

Breedbandnetwerken maken beeld- en geluidstoepassingen mogelijk, zijn geschikt voor het uitwisselen van omvangrijke gegevensbestanden en zijn continu beschikbaar. De kwaliteit bij deze beeld- en geluidstoepassingen en de snelheid waarmee bestanden uitgewisseld kunnen worden, hangen natuurlijk wel af van de gegevenssnelheid van de verbinding. In deze annex wordt een indruk gegeven van de toepassingsmogelijkheden bij diverse snelheden. Hierbij zijn we ervan uitgegaan dat er sprake is van een continue ('sustained') en symmetrische transmissiesnelheid.

500 kbps

Vlot en comfortabel bezoeken van de huidige generatie websites is mogelijk. Er zijn daarbij beperkte video-mogelijkheden: in een (klein) venster kan streaming video bekeken worden, zoals het journaal of een andere televisieuitzending. Ook is het mogelijk een presentatie te bekijken waarbij zowel de spreker - in een venstertje - als de slides van de presentatie zelf synchroon te zien zijn. Ook peer-to-peer (p2p) toepassingen, zoals het uitwisselen van foto's of muziek, zijn goed mogelijk. Het verzenden of ontvangen van zeer grote bestanden zoals video-opnamen en speelfilms neemt nog veel tijd in beslag.

1 Mbps

Behoorlijk goede kwaliteit videostreaming is mogelijk. Ook het downloaden van grote bestanden (zoals complete bioscoopfilms) wordt gemakkelijker. Videocommunicatie is heel goed mogelijk (wanneer beide kanten 1 Mbps ter beschikking hebben). Allerlei video-toepassingen, waarbij het niet noodzakelijk is dat het beeld perfect en full screen is, worden mogelijk. Voorbeelden hiervan zijn: telezorg, het raadplegen van een huisarts vanuit de eigen woning, of het in de gaten houden van de baby met videocamera, vanuit de woning van de burens.

10 Mbps

Hoge kwaliteit videostreams op full-screen zijn mogelijk en ook het zeer snel downloaden en uitwisselen van grote audio- en videobestanden. In principe zijn er nauwelijks beperkingen. Telewerken, waarbij de medewerker vanaf thuis inlogt op het bedrijfsnetwerk, werkt nagenoeg als ware hij fysiek op kantoor aanwezig. Vergelijkbare diensten zijn denkbaar voor leerlingen die contact maken met het schoolnetwerk.

100 Mbps

Het belangrijkste verschil met bovenstaande diensten is het gegeven dat verschillende diensten die bandbreedte vereisen naast elkaar gebruikt kunnen worden. Zo kunnen hoge kwaliteit videostreams simultaan – dus op verschillende pc's (of settop-boxen) – bekeken worden. De mogelijkheden voor het uitwisselen en downloaden van allerlei bestanden zijn bijna onbeperkt, ook met meerdere personen tegelijk.



Lijst van geïnterviewden

Paul van Aalst
Ruud Berndsen
Wim van der Bijl
Kees de Bruin
Jolanda van Bussel
Jan Davids
Rob Kanters
Mohamed Kazem
Eric Kuisch
Michael Mol
Alphons Mulder
Kees Neggers
Roel Pieper
Vladimir Prodanovic
Kees Rovers
Fred Sniijders
Pieter Vermeer
Michael van der Vlis
Gerrit Jan Wolffensperger

OBR Gemeente Rotterdam
NIB Capital
Cap Gemini Ernst & Young
NOS
NIB Capital
Casema
Casema
Cap Gemini Ernst & Young
KPN
NOS
Broadband Internet Group
Surfnet
Favonius Ventures
OBR Gemeente Rotterdam
Close the Gap
Philips Research
Dura Vermeer
Informatieweb
NOS

Geraadpleegde literatuur

Noot: naar een aantal van de hieronder genoemde openbare rapporten is een link te vinden op www.expertgroepbreedband.nl

- Baars, P. & Straathof, A. (2001) *Content Organizer & Distributor*, CISCO, augustus
- Baken, N.H.G. (2001). *Opties voor opties: Management van strategische innovaties in een onzekere telecom wereld*, TU Delft, november
- Beardsley, S. & Enriquez, L. (2002), *A regulatory remedy for European broadband*, The McKinsey Quarterly, Number 1
- *Broadband Access*, Canada, June
- Cochrane, P. (2001), *Life begins at 100 Mbps*, Billing, Issue 17, October
- Crandall, R.W. & Jackson, C.L. (2001), *The \$500 Billion Opportunity: The potential Economic benefits of Widespread Diffusion of Broadband Internet Access*, July
- Dialogic (2002), *Breedband en de Gebruiker*, Utrecht, januari
- EICTA BB Task Force (2002), *White Paper on Broadband Europe, Recommendations and Policy Reference*
- Europese Commissie (2001), *The Development of Broadband Access Platforms in Europe*, augustus
- GigaPort (2000), *Internettoegang via de kabel op GigaPort-niveau*, november
- GigaPort (2001), *Aansluiten van woningen met glasvezels*, november
- GigaPort/Arcadis/Surfnet (2002), *Samenvatting definitiefase FttH Driebergenbuurt*, februari
- ISOC (2001), *Slim Graafwerk: Samen werken aan glasvezel in de wijk*, juni
- M&I/Partners (2002), *The Big Cherry? Beleidsissues ten aanzien van 'glas-naar-de-meterkast'*, Amsterdam, 7 januari
- Ministerie van Economische Zaken e.a. (2001). *Vrijband: Een breedbandvisie voor Nederland*. Den Haag, augustus
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2000), *Netwerken in de Delta: Eerste klas voorzieningen voor netwerkeconomie en informatiemaatschappij*
- National Broadband Task Force (2001), *The New National Dream: Networking the Nation for Broadband Access*, June
- Nederlands Kabinet (1999), *De Digitale Delta. NL Online (Nota)*, Kamerstukken II, 1999-2000, nr. 26 643
- Nederlands Kabinet (2000), *De Digitale Delta, e-Europe voorbij (Nota)*, herfst
- Nederlands Kabinet (2000), *Kabel en consument: Marktwerking en digitalisering (Nota)*, april
- Nederlands Kabinet (2000), *Voortgangsrapportage De Digitale Delta*, oktober
- Nederlands Kabinet (2001), *Bouwstenennotitie breedband*, oktober
- NMa/OPTA Internetteam (2001), *Rapportage internettoegang*, december

- OECD (2002), *Broadband Infrastructure Deployment: The Role of Government Assistance*, DSTI/ICCP/TISP(2001)8/REV, Paris, 12 February
- Oftel (2001), *International benchmarking study of Internet access (dial-up and broadband)*, december
- SCP (2001), *Geleidelijk digitaal: Een nuchtere kijk op de sociale gevolgen van ict*, december
- SCP (2002), *Van huis uit digitaal: Verwerving van digitale vaardigheden tussen thuismilieu en school*, Den Haag, 11 april
- Stedenlink (2001), *Breedband Internet voor/door Gemeenten*, juni
- Stratix (2001), *VrijMarktNet: Handleiding voor een doorbraak*, december
- Task force ICT-en-kennis (2001), *Samen, strategischer en sterker*, Den Haag, juli
- TechNet (2002), *A National Imperative: Universal Availability of Broadband by 2010*
- TNO (2002), *Capaciteitsaspecten Breedband Toegang (FEL-02-C110)*, in opdracht van DGTP, april
- VECAI (2002), *Het Kabel Glasplan: Versnelling van evolutionaire groei van breedbandaansluitingen*, Den Haag, 15 april
- VECAI (2002), *Kabelsector start proefproject met virtuele glasvezel (persbericht)*, 26 februari
- VECAI (2002). *Evolutionaire groei in breedband transmissie netwerken*, februari.
- Vorst, G. van der (2001), *Telecommunicatie,-infrastructuur, de 'missing link'*, BTG, Driebergen, december

Samenstelling van de Expertgroep Breedband

VOORZITTER:

- Dhr. W. de Ridder
Directeur, Stichting Maatschappij en Onderneming

LEDEN:

- Dhr. P. Baars
Business Development Manager, Cisco Systems EMEA
- Dhr. N. Baken
Chief Architect Network Design, KPN Operator Vaste Net en Deeltijd Hoogleraar Telecommunications and Traffic Control Systems Group, TUDelft
- Dhr. B. Bouwmeester
Director Telecom Netherlands, Arcadis
- Dhr. P. Ehrhardt
Vice President Telecom Media Networks, Cap Gemini Ernst & Young
- Dhr. H. De Goede
Managing Director, Casema
- Dhr. A. Grooten
Managing Director, NetShare
- Dhr. E. Huizer
Directeur Business Development, Nederlands Omroepproductie Bedrijf en Hoogleraar Internet Toepassingen, Universiteit Twente
- Dhr. P. Jelgersma
Raadgevend Ingenieur voor telecom en nieuwe media
- Dhr. H. Koning
Directeur, Kenniswijk
- Dhr. P. Morley
Chief Operating Officer, Telfort
- Dhr. P. Spohr
Director, GigaPort
- Dhr. J. van Troost
Director Business Strategy, Ericsson

SECRETARIS:

- Dhr. S. Maltha
Partner, Dialogic

DEELNEMERS NAMENS DE OVERHEID:

- Dhr. H. Grol
Directeur Marktwerving en Stimulering, Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- Dhr. J. Wester
Projectleider Breedband, Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Verder werd de Expertgroep ondersteund door:

ADVISEURS:

- Dhr. T. van Mil
Partner, Two Minds
- Dhr. J. van Till
Partner, Stratix Consultancy Group

SECRETARIAAT:

- Dhr. R. Bekkers
Senior onderzoeker/adviseur, Dialogic
- Dhr. K. Schuurman
Consultant, Dialogic
- Mevr. M. Lenders
Office Manager, Dialogic

COLOFON

Uitgave
Expertgroep Breedband

Redactie
Sven Maltha (Dialogic)
Rudi Bekkers (Dialogic)
Ton van Mil (Two Minds)

Projectleider
Jan Wester
(Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DGTP)

Secretariaat
Dialogic Innovatie & Interactie
Wilhelminapark 20, 3581 ND Utrecht
www.dialogic.nl

Website
www.expertgroeppbreedband.nl
Krijn Schuurman (Dialogic)
Digital Works, Wageningen (vormgeving)

Vormgeving
VILLA Y, Andre Klijsen, Den Haag

Illustraties
Floris Tilanus, Amsterdam

Druk
NDR, Nederlandse Document Reproductie, Den Haag