



## Fiber To The Home

Simon Volders, Tom Vermeulen

Januari 2011

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Technologische eigenschappen</b>	<b>3</b>
2.1	Fiber To The X . . . . .	3
2.1.1	Fiber To The Node . . . . .	3
2.1.2	Fiber To The Curb . . . . .	4
2.1.3	Fiber To The Building . . . . .	4
2.1.4	Fiber To The Home . . . . .	4
2.1.5	Opmerking . . . . .	4
2.2	Noodzaak . . . . .	4
2.3	Voordelen . . . . .	5
2.4	Kost . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Netwerk topologiën</b>	<b>9</b>
3.1	Point-to-point . . . . .	9
3.2	Gedeelde fiber . . . . .	10
3.2.1	Active Optical Network (AON) . . . . .	10
3.2.2	Passive Optical Network (PON) . . . . .	11
3.2.2.1	Standaard . . . . .	11
3.2.2.2	Topologiën . . . . .	12
3.3	Eindpunt . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Stand van zaken</b>	<b>14</b>
4.1	België . . . . .	14
4.2	Europa . . . . .	14
4.3	Wereldwijd . . . . .	15
4.3.1	Verenigde Staten . . . . .	15
4.3.2	Azië . . . . .	16
<b>5</b>	<b>Conclusie</b>	<b>17</b>

# 1 Inleiding

Het doel van deze paper is om een overzicht te geven van de ontwikkeling van glasvezeltechnologie in de laatste kilometer van de centrale tot aan de gebruiker. Fiber To The Home (FTTH) is het concept om de *volledige* verbinding van centrale tot aan de gebruiker in glasvezel aan te leggen.

De voordelen en kosten van de aanleg van een FTTH-netwerk worden besproken. De verschillende implementaties worden ook gegeven. De verwachte uitrol van glasvezel zal tussen 2011 en 2020 plaats vinden, afhankelijk van de locatie. De verschillen tussen de verschillende werelddelen op vlak van implementatie worden uiteindelijk besproken.

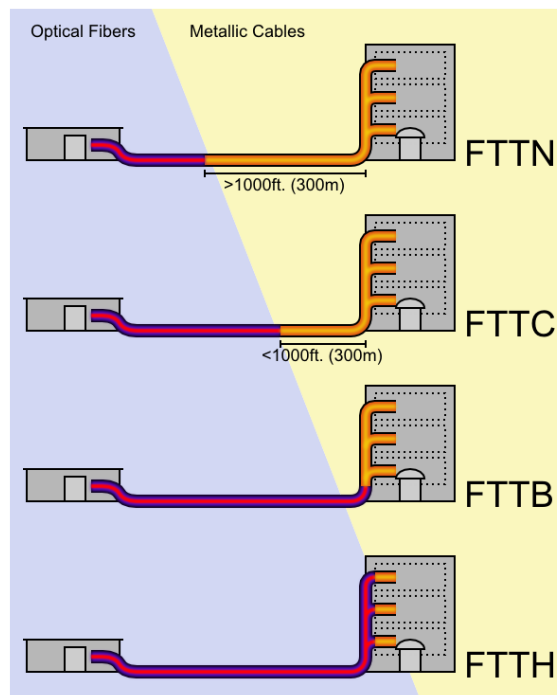
De ruggengraat van het communicatienetwerk bestaat al reeds uit glasvezel-verbindingen wegens de grote bandbreedte van glasvezel. Bij andere technieken (DSL, kabel, ...) is het laatste deel twisted-pair of coaxkabel. Voordien was het niet voordelig om ook het laatste stuk in glasvezel aan te leggen, aangezien er geen nood was voor meer bandbreedte naar de gebruiker toe. De explosieve groei van het internet heeft echter een dramatische impact. Het netwerk moet steeds meer bandbreedte leveren aan de gebruikers. Daarom brengt men de glasvezel steeds dichterbij de gebruiker [1].

Draadloze verbindingen zullen in de toekomst ook belangrijk zijn, maar het zal niet de dominante technologie worden. Een netwerk bestaande uit kabels is voordeliger qua investering en performantie. Draadloos zal gebruikt worden voor de eerste meter, maar niet voor de eerste kilometer.

## 2 Technologische eigenschappen

### 2.1 Fiber To The X

Fiber To The X (FTTX) is een term gebruikt binnen de telecommunicatie-industrie om de verschillende configuraties van glasvezelcommunicatie aan te duiden. Er zijn vier mogelijke configuraties. De configuraties verschillen onderling in het punt tot waar de glasvezelkabel loopt.



Figuur 1: De vier netwerkconfiguraties

#### 2.1.1 Fiber To The Node

Fiber To The Node (FTTN) is een telecommunicatie-architectuur waarbij de glasvezelkabels lopen tot aan de node die een buurt voorziet. Gebruikers zijn

met deze node verbonden door midden van traditionele coaxkabel of getwiste koperparen. De node voorziet meestal een gebied met een straal kleiner dan 1500 meter en bevat verschillende honderden gebruikers.

Met FTTN zijn toepassingen als internet aan een hoge snelheid mogelijk. Tussen de node en de gebruiker wordt een communicatieprotocol als DOCSIS of een vorm van DSL gebruikt.

De datasnelheid hangt enerzijds af van het gebruikte protocol en anderzijds van de afstand tussen de gebruiker en de node. Vaak wordt de bestaande infrastructuur gebruikt om de afstand van de node tot aan de gebruiker te overbruggen. Daarom is het goedkoper om FTTN te implementeren. Op lange termijn is FTTN beperkt qua beschikbare bandbreedte.

### 2.1.2 Fiber To The Curb

Fiber To The Curb (FTTC) is een telecommunicatiesysteem waarbij de glasvezelkabels lopen tot aan een punt waarop meerdere gebruikers (veel minder dan FTTN) zijn aangesloten. De rest van de verbinding tot aan de gebruiker bestaat uit coaxkabel of getwiste koperparen.

Ook hierbij is de datasnelheid afhankelijk van zowel het gebruikte protocol als de afstand tot het aansluitingspunt. De reeds aanwezige infrastructuur wordt gebruikt om de afstand tussen het aansluitpunt en de gebruiker te overbruggen.

### 2.1.3 Fiber To The Building

Fiber To The Building (FTTB) is een telecommunicatie-architectuur waarbij de glasvezel loopt tot aan de grond waar de gebruiker woont. De laatste afstand wordt dan afgelegd met coaxkabel, getwiste aderen, draadloze verbindingen of elektriciteitslijnen.

### 2.1.4 Fiber To The Home

Fiber To The Home (FTTH) is een telecommunicatiesysteem waarbij de optische kabel reikt tot aan de werkruimte van de gebruiker. Van daaruit kan het signaal verder getransporteerd worden door middel van getwiste aderen, coaxkabel, draadloze verbinding, elektriciteitslijnen of optische vezel.

### 2.1.5 Opmerking

De term Fiber To The Premises (FTTP) is ambigu en wordt gebruikt voor zowel FTTB en FTTH. Er is echter een groot verschil. Zo loopt de optische vezel bij een appartementsgebouw bij FTTH tot aan het appartement van elke gebruiker en bij FTTB slechts tot aan de gemeenschappelijke elektriciteitskamer in het gebouw. De term FTTP wordt verder niet meer gebruikt.

## 2.2 Noodzaak

De noodzaak voor FTTH komt van de kant van de gebruiker. Uitbreiden van het glasvezelnetwerk naar het huis van de gebruiker toe is niet langer een luxe, maar een noodzaak. Enkel zo kan voorkomen worden dat stagnatie optreedt.

Tijdens de laatste jaren zijn slechts weinig innovaties in de computerindustrie communicatie gebaseerd. De meeste innovaties zijn bijna volledig intramachine en niet intermachine. Er is dus een potentieel om de bandbreedte bottleneck tussen gebruiker en server open te breken.

Kabel en DSL zijn niet langer voldoende. Vereisten op vlak van bandbreedte groeien naar niveaus die de huidige infrastructuur niet kan ondersteunen. Bovendien hebben kabel en DSL last van tal van andere problemen zoals limitaties op vlak van ruis en afstand.

Er zijn een aantal redenen waarom er meer bandbreedte vereist is:

- High-definition television (HDTV) - Om meerdere kanalen tegelijk te ontvangen is glasvezel vereist.
- Upgraden content - De druk is aanwezig om email te vervangen met voicemail en video berichten, thumbnails met full-screen afbeeldingen en statische afbeeldingen met video.

Responstijd speelt een belangrijke rol in het verhogen van de menselijke productiviteit. Bij een antwoord binnen de second denkt de gebruiker in termen van een opeenvolging van stappen in plaats van individuele stappen. Deze snelle respons binnen de seconde moet ook bij de nieuwe content aanwezig zijn.

- Online huren van films - Dit levert nu problemen op qua levertijden. Hetzelfde voor uitwisselen van zelfgemaakte filmpjes.
- Backup informatie - De backup van informatie op centrale servers op afstand is gelimiteerd door de vereiste tijd om grote bestanden te versturen.
- Cloud computing - Veel firma's bieden een dienst aan waarvan gebruik kan gemaakt worden via het internet in plaats van ze op je eigen computer te installeren. Een voorbeeld is de dienst OnLive waarmee men de meest recente games kan spelen op voorwaarde dat men een breedbandverbinding heeft [3].
- Videoconferencing - De vereiste high-resolution display en stereo hi-fi audio technologieën zijn beschikbaar. Het enige wat ontbreekt om het mogelijk te maken is de bandbreedte. Dit zou vergaderingen van simpele structuur kunnen vervangen in plaats van zich te moeten verplaatsen via trein en vliegtuig.

## 2.3 Voordelen

Glasvezel op zich heeft een aantal voordelen ten opzichte van de klassieke media om informatie te transporteren:

- Virtueel onbeperkte bandbreedte - Door middel van vooruitgang op vlak van controle van dispersie, Wavelength-Division Multiplexing (WDM) en optische versterkers kunnen hedendaagse optische vezels in ideale omstandigheden rond 14 Tb per second informatie transporteren over 160 kilometer kabel. [2]. Uiteraard zoekt men steeds naar nieuwe manieren om deze limiet te verleggen.

Een gevolg van de virtueel onbeperkte bandbreedte is dat de optische kabel future-proof is. De beschikbare snelheid is gelimiteerd door de apparatuur aan de uiteinden, die geüpgrade moet worden in plaats van de vezel zelf. Wel zijn nog steeds het type en de lengte van de gebruikte vezels belangrijk, bv. multimode of single mode.

- Latency - Vergeleken met satellietnetwerken is de afstand die afgelegd moet worden kleiner en de tijdsvertraging daardoor ook kleiner.
- Lange afstanden - Hedendaagse optische kabels hebben veel minder last van verzwakking (verlies) dan elektrische koperkabels, waardoor afstanden tussen repeaters mogelijk zijn tussen 70 en 150 kilometer.
- Immuun tegen elektromagnetische interferentie - Afgeschermd metalen kabels zijn resistent, maar niet immuun. Men kan dus optische kabels naast bestaande metalen kabels leggen zonder extra afscherming te voorzien.
- Corrosievrij - Een langere levensduur is mogelijk doordat er geen corrosie optreedt. Ook is er minder onderhoud nodig. Er is geen invloed van regen, etc.
- Lokalisatie defect - Indien er een probleem optreedt, kan de positie van de oorzaak door middel van gespecialiseerde apparatuur accuraat bepaald worden.
- Lagere kost - De prijs van optische kabels is lager dan die van koperkabels en biedt tegelijk een grotere bandbreedte. Bij de aanleg van een nieuw netwerk wordt daarom voor glasvezel gekozen.
- Lager vermogen - Het vereiste vermogen van de optische zender is lager dan die bij koperkabels aangezien er minder verzwakking is. Dit is een besparing voor de netwerkoperator.
- Niet-ontvlambaar - Aangezien er geen elektriciteit passeert door de optische kabels is er geen brandgevaar.
- Lager gewicht en grootte - Duizend getwiste koperparen wegen 8000 kg/km tegenover 912 optische kabels die 495 kg/m wegen. Metalen kabels nemen ook meer fysische ruimte in dan eenzelfde hoeveelheid glasvezelkabels.

De aanleg van FTTH biedt verschillende mogelijkheden:

- Ontstaan diensten: met de beschikbaarheid van FTTH kan men nieuwe applicaties ontwerpen die voordien niet mogelijk waren.
- Stimuleren economie: de beschikbaarheid van FTTH trekt bedrijven aan wat op zijn beurt werk creëert [4].

## 2.4 Kost

De kost van een glasvezelnetwerk bestaat uit een aantal componenten: de glasvezel zelf en de infrastructuur waarin de glasvezel geplaatst wordt, de netwerkapparatuur, de apparatuur aan de kant van de gebruiker en personeelskosten.

- Bij het opzetten van een FTTH netwerk zijn de opgravingen, de goten en de kabels de grootste kost, tussen 30% en 80% van de totale kost. In landelijke gebieden is de kost dan ook zeer groot als een gevolg van de langere afstanden. Deze investeringen zijn wel minstens voor de volgende 30 jaar.
- De kost van netwerkapparatuur is vooral afkomstig van de dure optische apparatuur zoals lasers. Fotodetectoren en hun elektronische versterkers zijn economisch geen grote factor. De apparatuur zal om de 5-7 jaar vervangen moeten worden.
- Apparatuur aan de kant van de gebruiker bestaat uit modems en mogelijk decoders voor digitale televisie.
- Personeelskosten zijn veelzijdig: management, netwerkadministratie, afrekenen van netwerkgebruik, reparatie, klantendienst, etc.

De grootste investering is dus de kost om het glasvezelnetwerk te plaatsen. Het ontwerp gaat er vanuit dat gebruikers later verbinding maken met het netwerk door middel van gaten te boren, extra glasvezel te leggen enzovoorts. Dit betekent dat de totale kost van het project slechts lichtjes stijgt als meer mensen zich aansluiten.

De totale investeringskost hangt van enkele factoren af:

- Grootte van gebied dat gedekt moet worden.
- Distributie van huizen in dat gebied: hoeveel huizen per hectare?
- Keuze tussen ondergrondse aanleg in goten, bovengronds of gebruik van bestaande infrastructuur.
- Type gebouwen: appartementen zijn goedkoper dan gewone huizen.
- Gemeentelijke heffingen: kost van heraanleg na openbreken, toegang tot riool, belastingen, etc.
- Type gebied, grond, etc. (vlak of bergen, zand of rotsen, etc).
- Doorkruisen van speciale wegen zoals autosnelwegen, kanalen, etc.

Er zijn enkele manieren om te besparen op de aanleg van het glasvezelnetwerk:

- Bestaande infrastructuur gebruiken, zoals gaspijpen, riolen, etc.
- Gebruik maken van extra capaciteit van andere netwerken die speciale wegen doorkruisen (gas en electriciteit).

- Ratten en fretten zijn aangeleerd om glasvezel te trekken. Dit wordt gebruikt in situaties waar normale technologie niet werkt.
- Verwijderen van koperkabels om zo plaats te maken voor de glasvezelkabels.
- Sommige operatoren hebben samen met de kabels van het vast telefonienetwerk (PSTN) een extra lege buis aangelegd om later glasvezel door te steken.

De aanleg van het netwerk hangt dus af van lokale factoren. Vaak wordt gezegd dat men binnen de telecommunicatie-industrie graag wat vernieuwingen had opgegeven als men een gelijkaardige vooruitgang had gemaakt in de de civiele techniek.

Netwerkoperatoren verdienen op termijn de kost van de aanleg van FTTH terug, aangezien het datatransport stijgt. Daarnaast heeft het nog een aantal andere voordelen. Zo is het onderhoud makkelijker uit te voeren als men de glasvezel bovengronds aanlegt.

## 3 Netwerk topologiën

FTTH wordt nog steeds verder ontwikkeld en verfijnd en er bestaan verschillende netwerkachitecturen en technische implementaties. Een verbinding kan ofwel direct zijn ofwel gedeeld met andere gebruikers [6] [7].

### 3.1 Point-to-point

Het simpelste optische distributienetwerk bestaat eruit om voor elke gebruiker een glasvezel vanuit de centrale aan te leggen. Deze directe netwerken worden ook wel point-to-point- of sternetwerken genoemd. Dit ontwerp wordt ook gebruikt in het Public Switched Telephone Network (PSTN) en in de ruggegraat van het netwerk van grote bedrijven.

Het standaard datalinkprotocol dat momenteel gebruikt wordt is Ethernet. Het is geëvolueerd van een netwerktechnologie om binnenshuis te gebruiken naar de nieuwe standaard voor gebruik in Wide Area Network (WAN) en de ruggegraat van een netwerk.

De voordelen van point-to-point-netwerken zijn:

- Een uitstekende bandbreedte, aangezien elke gebruiker zijn eigen directe verbinding heeft met de centrale. Er is geen invloed van andere gebruikers op de download- en uploadsnelheid.
- Een verbinding kan worden geüpgrade door de lasers aan beide kanten te vervangen. Als de gebruiker een 100 Mb/s verbinding heeft en wilt upgraden, is dit mogelijk door lasers aan beide kanten te plaatsen die 1 Gb/s of 10 Gb/s ondersteunen. De verbinding is dus future-proof.
- Simpele en goedkope switches in het midden. Er vindt geen encryptie aan hoge snelheid plaats in de switches om het verkeer van de verschillende gebruikers op te splitsen.
- Ethernet wordt ook gebruikt als datalinklaag protocol in Local Area Network (LAN), waardoor men makkelijk kan integreren.
- Het netwerk is schaalbaar: gebruikers kunnen één voor één toegevoegd worden en de apparatuur in de centrale wordt optimaal benut.

In PON-systemen worden verbindingen toegevoegd in groepen van ongeveer 32. Het aantal echt toegevoegde gebruikers is echter niet hetzelfde, waardoor de apparatuur in de centrale wordt onderbenut. Zo moeten bij het uitbreiden van het netwerk extra splitters en apparatuur in de centrale geïnstalleerd worden voor slechts een paar gebruikers.

- Point-to-point is de meest gebruikte netwerkkarchitectuur, zodat apparatuur voor een standaard netwerk kan gebruikt worden.

Er zijn ook enkele nadelen aan het gebruik van point-to-point-netwerken:

- Er zijn centrale switches vereist met een poort voor elke gebruiker. Hierdoor stijgt de prijs van de switches.
- Er is meer glasvezel vereist om dekking te bekomen. Hierdoor stijgt de prijs van aanleg. Deze aanpak is 10% duurder dan gedeelde fiber door de extra hoeveelheid vereiste fiber en de apparatuur in de centrale.

## 3.2 Gedeelde fiber

In de praktijk komt vaker voor dat de glasvezelverbinding die de centrale verlaat door meerdere gebruikers gedeeld wordt. Het is pas wanneer de verbinding dicht bij de gebruikers komt dat de kabel gesplitst wordt in individuele glasvezelverbindingen voor de gebruikers.

Er zijn twee optische distributienetwerken om deze split te bekomen: AONs en PONs.

De verschillende varianten kunnen wel in twee categoriën opgedeeld worden: ofwel actieve ster, ofwel PON.

Het grote verschil tussen de twee is - zoals de naam impliceert - dat actieve netwerken gebruik maken van elektrische apparatuur (bv. switch), terwijl glasvezelkabels passief gekoppeld zijn in PONs. De PON-architectuur is de meest verkozen oplossing voor telecomoperatoren. Actieve ster is duurder in zowel aankoop als verdere exploitatie. Het biedt wel een toegewijde verbinding en voordelen op vlak van monitoring en management.

### 3.2.1 AON

Een Active Optical Network (AON) steunen op elektrische apparatuur in een Optical Distribution Network (ODN) om het signaal te versturen, zoals een switch of een router.

Normaal moeten optische signalen een O-E-O transformatie ondergaan in een ODN. Elk signaal dat de centrale verlaat is voor slechts één gebruiker bestemd. Botsingen van de signalen die van de gebruikers komen, wordt vermeden door gebruik van buffers in de elektrische apparatuur.

Het meest gebruikte type AON is actief Ethernet, een soort Ethernet in the first mile (EFM). Bij actief Ethernet worden optische Ethernet-switches gebruikt voor distributie van het signaal. Zo wordt het volledige netwerk één groot geschakeld Ethernet netwerk. Dit netwerk is vergelijkbaar met Ethernet-computernetwerken in bedrijven en academische instellingen. Het doel is echter om gebruikers te verbinden met de centrale in plaats van computers met printers te verbinden.

Elke schakelende cabine kan tot 1000 gebruikers aan, maar meestal zijn dit maar 400 tot 500. De IEEE 802.3ah standaard laat internetproviders toe om snelheden tot 100 Mbit/s (volledig duplex) te bekomen over een single-mode glasvezelkabel. Snelheden tot 1Gbit/s worden commercieel haalbaar.

### 3.2.2 PON

Een Passive Optical Network (PON) is een punt-tot-multipunt architectuur, waarbij de glasvezel tot de gebruiker komt via optische splitters die geen vermogen verbruiken. Zo kan één enkele glasvezelverbinding meerdere gebruikers voorzien, typisch tussen 32 en 128. Er wordt dan in de centrale één laser gebruikt om data te verzenden en de passieve optische splitters splitsen de downstream-data op naar de gebruikers. Het terugzendpad bestaat erin dat gebruikers de data terugzenden en de splitters de data integreren op de fiber.

De voornaamste voordelen van PON zijn:

- Een PON-configuratie reduceert de hoeveelheid glasvezel in de centrale ten opzichte van een punt-tot-punt architectuur. Dit betekent een kleinere investering om het netwerk aan te leggen.
- Slechts één optische poort in de centrale zodat apparatuur goedkoper is en minder onderhoud vereist.
- Het is mogelijk om later de glasvezel verder te splitsen om nieuwe gebruikers toe te voegen.

Er zijn ook enkele nadelen verbonden met PON-netwerken:

- De bandbreedte wordt gedeeld, zodat het gebruik van één persoon iemand anders kan beïnvloeden. Signalen van de gebruiker naar de centrale worden immers gecombineerd door middel van een protocol, wat altijd van Time Division Multiple Access (TDMA) gebruik maakt. Er wordt dus een tijdslot toegewezen waarop men signalen kan sturen naar de centrale.
- Moeilijk om individuele gebruikers naar een hogere bandbreedte te upgraden. Verschillende gebruikers moeten tegelijk geüpgrade worden.
- Centrale switches vereisen meer logica en encryptie om de aparte datastromen van de gebruikers te integreren of uit elkaar te halen.

#### 3.2.2.1 Standaard

Er zijn op dit moment drie concurrerende standaarden voor PON-netwerken:

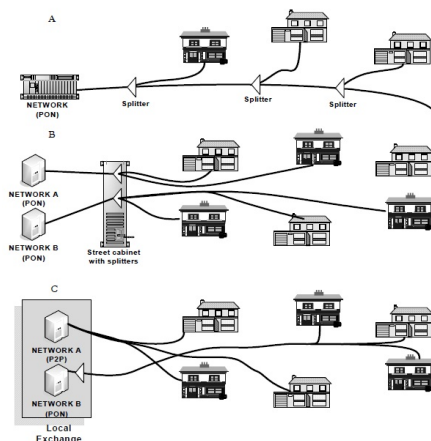
- PON/BPON (ITU G.983): Dit waren de eerste PON-standaarden. BPON werd tot recent nog gebruikt in netwerken. Er is een downstream van 622 Mb/s en een upstream van 155 Mb/s of 622 Mb/s mogelijk met een 32-64 gebruikers. Als datalinkprotocol wordt ATM gebruikt.
- GPON (ITU G.984): Dit is de officiële opvolger van APON/BPON. Hiermee kan men tot 2.5 Gb/s downstream en 1.25 Gb/s upstream halen. Een 64-128 gebruikers kunnen hiermee voorzien worden. De maximum afstand is 60 km. Zowel Ethernet als ATM kunnen als datalinklaag gebruikt worden.
- EPON (IEEE 802.3ah): Deze standaard werd vastgelegd door IEEE in 2004. De standaard laat symmetrische down- en upstreamnelheden toe van 1.25 Gb/s en heeft een maximum afstand van 20 km. Onderzoek is momenteel gaande om 10 Gbit/s mogelijk te maken. Het verschil met de vorige twee standaarden is dat het enkel Ethernet kan hebben als datalinklaag.

Zowel GPON als EPON hebben hun voorstanders. Beiden worden in de praktijk gebruikt in netwerken.

### 3.2.2.2 Topologiën

Er zijn drie verschillende basismanieren waarop een PON-netwerk geïmplementeerd kan worden. De manier waarop beïnvloedt hoe open ze zijn voor gebruik door meerdere netwerkoperatoren. Ze worden alle drie voorgesteld in figuur 2.

- A. Glasvezel wordt vlakbij de gebruiker gesplitst. Één enkele fiber passeert meerdere huizen. Aan elk huis wordt een splitter geplaatst om het signaal naar en van het huis op te splitsen. Dit is de meest flexibele optie. Het nadeel is dat het moeilijk wordt voor andere netwerkoperatoren om de infrastructuur te gebruiken.
- B. Glasvezel wordt halverwege gesplitst. Een kleine bundel glasvezel wordt naar een straatcabine gebracht. Daar wordt het optisch signaal gesplitst. Verder naar de centrale wordt een point-to-point-verbinding gebruikt. Wisselen van netwerkoperator is dan niets meer dan het veranderen van de fiber van de ene splitter naar de andere. Hiervoor moet men wel ter plaatse komen om dit uit te voeren met de kosten die daaraan vasthangen.
- C. Point-to-point met PON. Het netwerk is gebouwd als een point-to-point netwerk, maar kan gebruikt worden als zowel een PON als een point-to-point-netwerk met een splitter bij de gebruiker.



Figuur 2: Topologiën voor PON-netwerken

## 3.3 Eindpunt

Eenmaal als het signaal bij de gebruiker aankomt, moet het nog de laatste afstand afleggen naar de apparatuur van de gebruiker in een elektrisch formaat.

Een apparaat genaamd Optical Network Terminal (ONT) zet het optische signaal om in een elektrisch signaal met behulp van een thin-film filter. Deze terminals vereisen energie om te functioneren en hebben back-up batterijen voor het geval dat de stroom uitvalt.

Bij FTTH zijn de bestaande telefoon-, LAN- en kabelsystemen direct aangesloten op de ONT. Indien ze niet alle drie direct zijn aan te sluiten op de ONT worden de signalen vaak getransporteerd over een gemeenschappelijk medium. Dichter bij de eindgebruiker kan bepaalde apparatuur (router, modem en/of netwerkinterfacemodule) de signalen opsplitsen en converteren naar het gewenste protocol.

## 4 Stand van zaken

### 4.1 België

Het halfjaarlijkse rapport van de FTTH Council Europe duidt aan dat België achterloopt op het vlak van FTTH. Zoals u op figuur 3 kan zien, hoort België niet bij de top 17. Er zijn nog geen abonnementen voor particulieren beschikbaar. Belgacom heeft wel een proefproject lopen, maar dit gaat maar over om en bij de 1000 verbindingen. Telenet heeft zelfs helemaal geen FTTH. Volgens de FTTH Council Europe gaat het in België over 2500 gezinnen en kleine bedrijven die over FTTH beschikken [9].

In 2009 presenteerde minister van ondernemen Vincent Van Quickenborne zijn plan "SuperFastBelgium" [8]. Dit was bedoeld om de ontwikkeling en aanleg van glasvezel in België te stimuleren. Het plan bevat negen concrete voorstellen zoals een btw-verlaging voor telecomoperatoren en dienstenleveranciers die glasvezel aanleggen tot aan de eindgebruikers.

FTTN en FTTC is dan weer wel beschikbaar in België, maar wordt voor de laatste meter naar de huizen omgezet in een elektrisch signaal. Dit omgevormd signaal gaat dan verder via coax of twisted copper tot bij de klant.

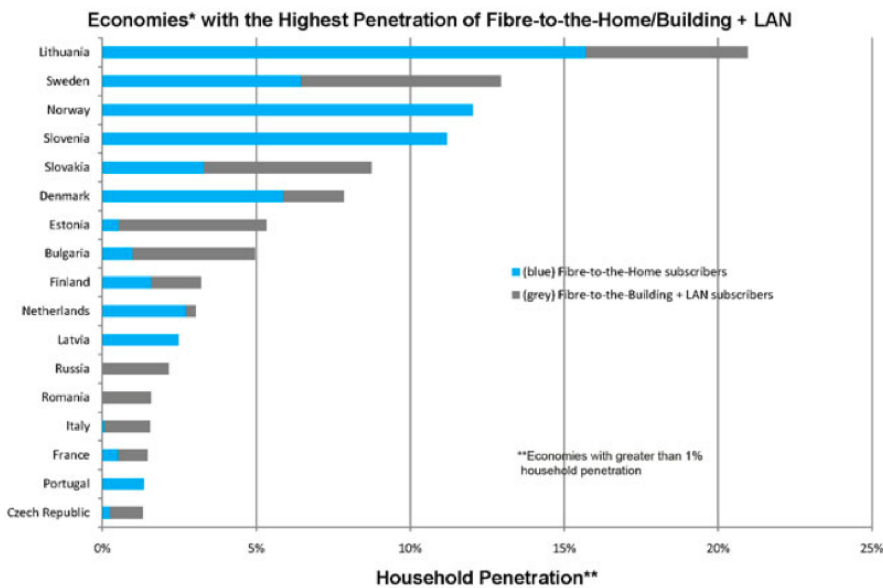
Er zijn verschillende redenen waarom de glasvezel niet van de verdeelkasten wordt doorgetrokken tot aan de huizen. Zo ligt de totale kost zo'n tien keer hoger dan die van DSL. De grootste kost schuilt in het openbreken van de straten om er glasvezelkabels door te trekken. Volgens Belgacom zou dit ongeveer op 300 euro per meter opgebroken straat komen. Bij wegenwerken wordt er tegenwoordig wel al glasvezel aangelegd. Zo wordt extra capaciteit aangelegd die dan in de toekomst kan gebruikt worden.

Belgacom aarzelt om zwaar te investeren in de uitbouw van het glasvezelnetwerk. De kans is groot dat het BIPT hen verplicht om het netwerk vervolgens open te stellen. Daarom ligt de focus voorlopig vooral op de uitbouw van het kopernetwerk.

Dezelfde redenering speelt mee bij Telenet. Telenet biedt op dit moment formules aan tot 100Mbps en kunnen dit nog optrekken tot 220Mbps. Men ziet daarom voorlopig niet de nood om volledig over te schakelen op glasvezel.

### 4.2 Europa

In Europa is het aandeel van FTTH-abonnees de voorbije jaren gestegen. Dit is vooral te wijten aan de nieuwe Oostbloklanden die recentelijk bij de Europese Unie zijn bijgekomen. Er zijn ruim 3,2 miljoen FTTH-abonnees in Europa. Het merendeel van deze abonnees bevindt zich echter in Oost-Europa. Dit is te wijten



Figuur 3: Penetratie van FTTH in Europa (bron: *FTTH Council Europe*)

aan het feit dat de uitbouw van breedband over koper in deze landen minder uitgebreid was dan elders. Hierdoor ontstond een grote vraag naar bandbreedte. Vele kleine lokale providers hebben deze leegte opgevuld door glasvezel aan te leggen.

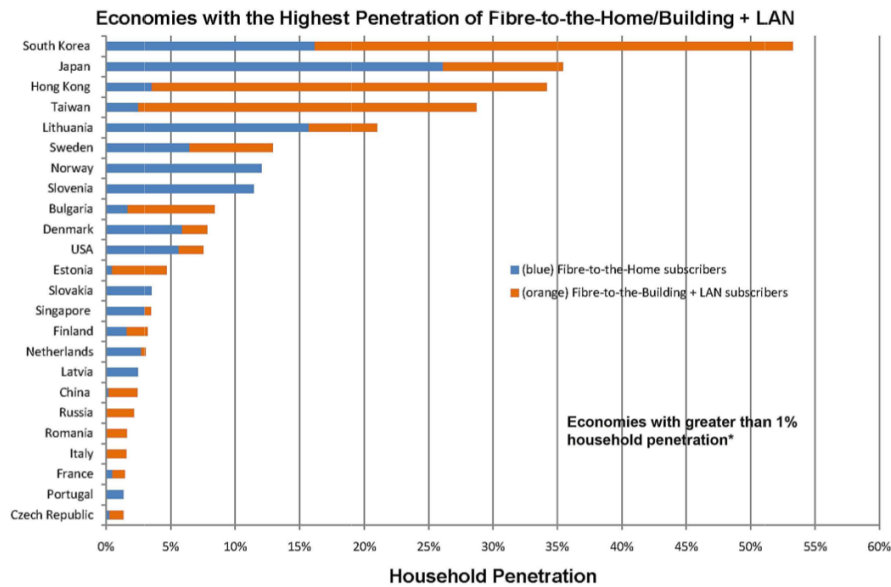
74% van alle FTTH-abonnees in de EU bevinden zich in acht landen, namelijk: Zweden, Frankrijk, Italië, Lithouwen, Noorwegen, Nederland, Denemarken en Slovaakse. Vele grote economiën zoals Italië en Frankrijk bevinden zich beneden in de ranking (zie figuur 3). Andere zoals Groot-Brittannië, Duitsland en Spanje bevinden zich zelfs niet in de top 17. De overheden in deze landen hebben echter wel recentelijk geïnvesteerd om de dekking van FTTH uit te breiden.

Meer specifiek zien we dat er in Nederland een enorme stijging van het aantal met glasvezel geconnecteerde huizen aan de gang is. In 2010 steeg dit met 108% ten opzichte van 2009. Het aantal abonnees is echter maar met 56% gestegen.

## 4.3 Wereldwijd

### 4.3.1 Verenigde Staten

De FTTH-penetratie in de VS heeft dit jaar 16% bereikt. Dit zijn de huizen die gemakkelijk op het netwerk kunnen aangesloten worden. Dit betekent diegene die zich dicht bij een verdeelpunt bevinden. Het aantal FTTH-abonnees is ongeveer 5%. Zoals te zien op figuur 4 staat de VS op de 11de plaats wereldwijd. Verizon, de grootste provider van FTTH, had begin dit jaar 4,3 miljoen verbonden huizen. Een recente schatting voorspelt dat de groei de komende jaren zal afzwakken voor het aantal verbonden huizen terug zal stijgen. Verizon zit immers bijna op het einde van het huidig project. Binnen enkele jaren zullen meer providers beginnen met de uitbouw van het glasvezelnetwerk.



Figuur 4: Penetratie van FTTH in the wereld (bron: FTTH Council Asia)

### 4.3.2 Azië

Procentueel gezien spannen de Aziatische landen de kroon (zie figuur 4). De vier landen met de hoogste penetratie zijn alle vier Aziatisch. Vooral Zuid-Korea waar meer dan 50% van de inwoners kan genieten van FTTH is opvallend aanwezig. Het merendeel van deze connecties zijn echter wel FTTB.

Als we enkel naar de FTTH verbindingen kijken, heeft Japan veruit het hoogste percentage. Met FTTB erbij is dit wereldwijd goed voor een tweede plek. Gemiddeld is de internetsnelheid over glasvezel in Japan 100 Mbps. Japan wordt op de voet gevolgd door Hong Kong en Taiwan.

## 5 Conclusie

De explosieve groei van het internet heeft een dramatische impact op de gebruikte netwerken. Deze groei is een gevolg van enerzijds een groeiende populariteit om gebruik te maken van netwerken en anderzijds van de vraag voor multimedia over het internet. Dit zorgt ervoor dat het netwerk meer bandbreedte moet leveren aan de gebruikers. Deze trend gaat zich in de toekomst verder zetten als de traditionele manieren van communicatie worden vervangen door het internet.

Een oplossing is om de volledige verbinding tussen centrale en gebruiker in glasvezel aan te leggen. Deze verbinding heeft verschillende voordelen, waarvan de grote bandbreedte het voornaamste voordeel is. De aanpassing naar FTTH gebeurt nu pas, omdat de multimedia-industrie nog niet volwassen genoeg was om een echte nood te hebben aan verbindingen met grotere bandbreedte. Daarnaast werd het installeren van glasvezel gezien als een dure investering waarvan het niet zeker was of ze zich wel ging terugbetalen.

De komst van FTTH-technologie zal permanent de multimedia-industrie veranderen. De mogelijkheid ontstaat om multimediasdiensten als HDTV, muziek en videos zonder problemen aan te bieden. Als een gevolg zullen nieuwe bedrijven ontstaan om deze technologie te exploiteren. Netwerkoperatoren zullen ook profiteren door het toegenomen datatransport, wat de installatiekosten van het FTTH-netwerk zou dekken.

# Lijst met afkortingen

**AON** Active Optical Network

**BIPT** Belgische regulator voor de postdiensten en de telecommunicatie

**DOCSIS** Data Over Cable Service Interface Specification

**DSL** Digital Subscriber Line

**EFM** Ethernet in the first mile

**FTTB** Fiber To The Building

**FTTC** Fiber To The Curb

**FTTH** Fiber To The Home

**FTTN** Fiber To The Node

**FTTP** Fiber To The Premises

**FTTX** Fiber To The X

**HDTV** High-definition television

**LAN** Local Area Network

**ODN** Optical Distribution Network

**ONT** Optical Network Terminal

**PON** Passive Optical Network

**PSTN** Public Switched Telephone Network

**TDMA** Time Division Multiple Access

**WAN** Wide Area Network

**WDM** Wavelength-Division Multiplexing

# Bibliografie

- [1] Fiber to the Home Council Europe, <http://www.ftthcouncil.eu/>, geraadpleegd op 22 december 2010.
- [2] NTT Science and Core Technology Laboratory Group, *14 Tbps over a Single Optical Fiber: Successful Demonstration of World's Largest Capacity*. <http://www.ntt.co.jp/news/news06e/0609/060929a.html>, geraadpleegd op 15 december 2010.
- [3] OnLive, *How Onlive Works*. <http://www.onlive.com/service/cloudgaming>, geraadpleegd op 15 december 2010.
- [4] Charlie Davis, *Fibre: the socio-economic benefits*. 17 februari 2009, beschikbaar op [http://www.ftthcouncil.eu/documents/studies/Socio-Economics\\_Study\\_2009.pdf](http://www.ftthcouncil.eu/documents/studies/Socio-Economics_Study_2009.pdf).
- [5] ICT Regulation Toolkit, *Cost Analysis for FTTH*. <http://www.ictregulationtoolkit.org/en/PracticeNote.aspx?id=2974>, geraadpleegd op 15 december 2010.
- [6] Directorate for Science, Technology and Industry/ Committee for Information, Computer and Communications Policy. *Developments in Fibre Technologies and Investment*. 3 april 2008.
- [7] Fabila, *FTTH - Technology*. <http://www.fabila.com/noticia.asp?id=698>, geraadpleegd op 22 december 2010.
- [8] TelecomPaper, *België komt met FTTH-actieplan*. <http://www.telecompaper.com/nieuws/belgie-komt-met-ftthactieplan>, geraadpleegd op 22 december 2010.
- [9] ZDNet.be, *Geen fiber to the home in België*. <http://www.zdnet.be/news/121761/geen%2dfiber%2dto%2dthe%2dhome%2din%2dbelgie/>, geraadpleegd op 22 december 2010.