

# **Contra-Expertise Slagkracht door Glas**

***Beknopte contra-expertise met focus op  
techniek & operatiën***  
*Prof dr ir N.H.G. Baken*

Datum rapport  
17 november 2003

Versie  
7

Copyright  
prof dr ir N.H.G. Baken

# Inhoudsopgave

<b>1 Management samenvatting</b>	<b>2</b>
<b>2 Inleiding</b>	<b>4</b>
2.1 Aanleiding	4
2.2 Opdracht	4
2.3 Werkwijze	5
<b>3 Checklist van de zeven portfolio's</b>	<b>7</b>
3.1 <i>het commerciële portfolio (omzet):</i>	7
3.2 <i>het technische portfolio (investeringen)</i>	7
3.3 <i>het operationele portfolio (exploitatiekosten)</i>	8
3.4 <i>het financiële portfolio (ebitda)</i>	10
3.5 <i>het bestuurlijke portfolio</i>	11
3.6 <i>het regelgeving portfolio</i>	12
3.7 <i>het human resources portfolio</i>	12
<b>4 Substellingen:</b>	<b>13</b>
4.1 <i>Substelling 1</i>	13
4.2 <i>Substelling 2</i>	13
4.3 <i>Substelling 3</i>	14
4.4 <i>Substelling 4</i>	15
4.5 <i>Substelling 5</i>	15
4.6 <i>Hoofdstelling</i>	16
<b>5 Toegestuurd materiaal</b>	<b>17</b>
<b>6 Literatuurlijst, bijlages en sites</b>	<b>18</b>
<b>7 Annex: Complementariteit van mobiele toegangstechnologieën en het vaste (aansluit)net; een 4-laags ICT Technische Infrastructuur</b>	<b>19</b>

## 1 Management samenvatting

Door de gemeente Amsterdam, in de persoon van drs W.H. Kleyn (plaatsvervangend directeur EZ Amsterdam) is ondergetekende als hoogleraar TU Delft gevraagd een beknopte contra-expertise te geven op het rapport *Slagkracht door Glas* met focus op de techniek. Er bestaat een wederzijdse vertrouwensrelatie: ondergetekende behandelt dit dossier vertrouwelijk en deelt dit rapport niet met derden en vertrouwt er evenzo op dat de Gemeente Amsterdam dit materiaal voor eigen gebruik aanwendt, het copyright respecteert en dit rapport niet met derden deelt.

Fibre To The Home is een absolute *no-brainer*. De bandbreedte behoefte verdubbelt elke 2,4 jaar en deze verdubbelingstijd neemt zelfs af; de verdubbelingstijd van het internetverkeer in Europa is 0,83 jaar, zie [1]. Deze trends zullen niet veranderen, we staan slechts aan het begin: digitale TV/ HDTV, peer2peer video communication, en virtual reality zijn geen loze kreten, maar te verwachten binnen respectievelijk 5, 10 en 15 jaar. Een glasvezel kan op termijn 200.000.000.000.000 bits per seconde vervoeren. Een eenvoudige rekensom leert dan dat glas tenminste 50 jaar toekomstvast is. We kennen géén ander medium dat zich hiermee in de verste verte mee kan meten. Het meenemen van de gvk-trajecten van de incumbents in de local loop, lees city ringen, voorkomt vernietiging van kapitaal en redundantie in netten. Zulke migratie stappen passen uitstekend in het outside-in scenario dat incumbents dienen te volgen, zie [2]. Projectie van bestaande gvk structuren op de FTTH outside-plant is een haalbare exercitie, waarbij de voorkeur moet uitgaan naar inbreng van de aansluitnewerken van de incumbents, *triple play* is dan direct mogelijk met een penetratiegraad van vrijwel 100%.

Mobiele toegangstechnieken zijn nodig om de *service-feature* mobiliteit te ondersteunen. Zij zullen in toenemende mate ingezet worden met name voor *The Last Meter(s)*. Omdat Quality of Service en bandbreedte in Personal Area Networks en Personal Networks absolute vereisten zijn, worden de diameters van radio cellen kleiner en kleiner, zie [3]. Doorgifte van signalen over miljoenen van deze *picocellen* is onmogelijk zonder vertragingen of vertragingen; dit is onacceptabel voor directe (real-time) diensten, conclusie: *the more (broadband) mobility, the more fixed (broadband) networks*, kortom: *in the end we will have "aether over fibre"*. In een eerste stap, zeg Zeeburg Plus, zou uitstekend een project met WLAN's en meshed networks kunnen passen.

Sommige incumbents zullen pleiten voor "upgrades", wetend dat ze toch uiteindelijk naar FTTH moeten overstappen. De afstand van fibernodes<sup>1</sup> tot de huizen is irrelevant omdat de straten voor FTTH toch volledig open moeten. Geclaimde toenemende bandbreedtes over bestaande coax of koper netwerken kunnen niét generiek waargemaakt worden en bij toenemende aantallen moeten alsnog maatregelen genomen worden, lees: graven en glas dichterbij de klant brengen; dit geldt met name voor de distributieve netwerken.

---

<sup>1</sup> Kabels claimen dichterbij met glas bij het huis te zijn (300 meter) dan KPN (500 meter). Generiek gelden trouwens gemiddeld grotere afstanden.

Concurrentie tussen aansluitnetwerken is een gepasseerd stadium met de komst van glasvezels in het aansluitnet. Noch de klanten (eindgebruikers), noch de operators, noch de overheden zullen van dit type concurrentie profiteren (integendeel), hooguit de Cornings<sup>2</sup> van deze wereld.

Gegeven de voorsorterende bewegingen in de VS en de roll out in Japan (momenteel 70.000 aansluitingen per maand) is een eerste stap in Zeeburg plus met gedegen partners niet alleen een verstandige, maar zelfs noodzakelijke zet voor een metropool als Amsterdam. *However, the devil is in the details.* Dat geldt ook en met name voor het breedband dossier. Omdat de vruchten van breedband vooruit in de tijd en zijwaarts in andere sectoren vallen, zijn de vereiste initiële actoren, zeg de incumbent operators, niet echt genegen uit de startblokken te komen, in casu te gaan graven en een nieuw verglaasd aansluitnet te gaan aanleggen omdat hun "intra-sectorale" business case niet klassiek klopt<sup>3</sup>. Participatie en samenwerking met de locale en centrale overheid is dan ook een must, omdat de business case in trans-sectorale zin wel rond is en in die zin alle actoren daarvan kunnen profiteren bij de juiste formules voor de breedband keten. De participatie geldt voor het bouwen van nieuwe breedbandketens, wie speelt welke rol en voegt welke waarde toe, maar ook voor het daadwerkelijke aanleggen en dus investeren. De aanleg wordt nu nog onderschat. FTTH is geen sinecure en definitieve standaarden zijn nog niet volledig uitgekristalliseerd; hetzelfde geldt voor de architectuur. Dit betekent dat alle expertise van gerenommeerde partijen hierbij zal moeten worden ingebracht in een gefaseerde aanpak! Deze gefaseerde aanpak uit het rapport is niet alleen verstandig, maar cruciaal! Het gaat hier uiteindelijk om publieke grootschalige netten die wereldwijd gaan worden uitgerold; kennis van (optical) LAN's is meegenomen, maar absoluut onvoldoende. Toekomstvastheid, flexibiliteit en schaalbaarheid moeten gegarandeerd kunnen worden; locale oplossingen kunnen desastreus uitpakken. *Think global, act Amsterdam*, maar dan wel conform (internationale) FSAN standaarden met een partij/partijen die minimaal nationale schaal heeft/hebben en kennis van wat nu grootschalig gebeurt in VS en Japan.

De gefaseerde aanpak uit het rapport is een uitstekend punt: stapsgewijs, maar met voldoende stapgrootte per stap waarbij nauwlettend de internationale trends moeten worden bewaakt. Onderbelicht zijn echter de "zachte barrières" bij de eindgebruikers en het effect daarvan op de penetratie. Wie gaat hen ondersteunen bij de keuze, installatie, onderhoud en gebruik van (hopelijk) standaard inhuus netwerken en apparatuur!? Ook dit leent zich uitstekend voor een simultaan project in de eerste stap. Andere klassieke zachte factoren die nagenoeg over het hoofd worden gezien, zijn de kennis en vaardigheden die gaan worden vereist bij de gemeente als functie van haar te kiezen verantwoordelijkheid en rol in het breedband dossier voor de stad en de opleidingen die daar voor (op tijd) voor nodig zijn.

---

<sup>2</sup> Leverancier van glasvezelkabels.

<sup>3</sup> Zie ook [www.e-commerce.nl/visie](http://www.e-commerce.nl/visie).

## 2 Inleiding

In dit hoofdstuk staan aanleiding voor de opdracht, inhoud van de opdracht, de hoofd- en substellingen en werkwijze.

### 2.1 Aanleiding

Het advies van de Cie Andriessen aan het College van Burgemeester en Wethouders van de Gemeente Amsterdam is samengevat op pagina 60 van het Rapport 'Slagkracht door Glas'.

*Er is behoefte aan een contra-expertise op dit advies, onder andere met betrekking tot de gehanteerde argumenten en conclusies op het technische vlak. De Contra-expertise zal in opdracht van de Gemeente Amsterdam, en onder regie van dhr. Drs. W. H. Kleyn, plaatsvervangend directeur Economische Zaken van de Gemeente Amsterdam worden uitgevoerd, door een onafhankelijke externe partij.*

*Opmerkingen vooraf*

- ? er wordt niet gevraagd om nader onderzoek, slechts een verificatie van het materiaal van Andriessen;
- ? de eindconclusies van contra-expertise zullen worden voorzien van (apart) commentaar door de stuurgroep.

### 2.2 Opdracht

Deze contra-expertise heeft tot doel een onafhankelijk, deskundig oordeel te verkrijgen of de keuze van de Commissie Andriessen voor glasvezeltechnologie voor het (op termijn) verkrijgen van een breedbandige, fijnmazig en universeel (communicatie)netwerk in Amsterdam de naar huidige inzichten de beste technologische keuze betreft.

*Te toetsen uitgangspunt en keuze;*

Een Glasvezelinfrastructuur is de meest duurzame technologie (*lees: biedt veruit de meeste ruimte voor groei van elektronisch verkeer, en biedt veruit de meeste flexibiliteit in aanpassing aan toekomstige diensten en gebruik in een periode van de komende 10 tot 25 jaar*) voor de grootschalige uitwisseling van data, spraak en bewegend beeld

Substellingen:

1. De Commissie Andriessen gaat uit van voortgaande sterke groei in vraag naar bandbreedte (zie diagram toenemende marktvaart bandbreedte in het rapport 'Slagkracht door glas'), vergelijkbaar met die door TNO voorspeld wordt.

2. De bestaande vaste infrastructures (e.g. ADSL en COAX) zullen nog maar een beperkte rek hebben in uitbreiding van hun capaciteit, met relatief sterk stijgende investeringsbehoeftes voor steeds verminderende toenames van capaciteit, waardoor zij over afzienbare termijn de trendmatig stijgende vraag bij bestaande diensten (zie substelling 1) en/of van nieuw te ontwikkelen vormen van communicatie en nieuwe diensten, waarvan voorbeelden geschetst worden in het rapport van de Commissie Andriessen, niet meer kunnen ondersteunen.
3. De ontwikkelingen op in het bijzonder op mobiel gebruik gerichte technologieën (e.g. WiFi, UMTS) zijn geen alternatief voor de "last mile" op basis van glasvezel in termen van capaciteitsgroei, security, en storingsongevoeligheid.
4. De onder 3 bedoelde technologieën zijn complementair aan in plaats van als substituut voor de fijnmazige glasvezelinfrastructuur, omdat ze andere mogelijkheden bieden.
5. Voor de passieve infrastructuur is een gemiddelde afschrijvingsperiode van 30 jaar, voor actieve infrastructuur een gemiddelde periode van 10 jaar adequaat.

### 2.3 Werkwijze

Het breedbanddossier, en daarbinnen de materie voor de *First Mile* en *Fiber To The Home*, is uitgebreid en complex. Uitgebreid, omdat het reeds speelt vanuit de 80-er jaren van de vorige eeuw: na de succesvolle implementaties van glasvezelkabels in de core netwerken, wilde men wereldwijd FTTH gaan invoeren en startte men pilots in Europa<sup>4</sup>, de VS en Japan vanaf 1986. Complex omdat het niet alleen om techniek gaat! Los van alle politieke en strategische issues van de diverse industriële en politieke partijen gaat het achtereenvolgens om zeven portfolio's:

- ? Het commerciële portfolio: welke diensten, smal- en breedbanddiensten, voor welke klanten, wanneer en voor welke tarieven (dit portfolio is derhalve met omzet gelinkt)?
- ? Het technische portfolio: welke technieken, architecturen zijn toekomstvast, flexibel en betaalbaar (dit portfolio is derhalve met techniek gelinkt)?
- ? Het operationele portfolio: welke processen moeten worden gehanteerd om efficiënt de diensten te leveren, onderhouden (service) en administreren: billing et cetera (dit portfolio is derhalve met exploitatie gelinkt)?
- ? Het financiële portfolio: welke omzetten, investeringen en exploitatiekosten zijn door de tijd heen te verwachten en te plannen? Dit portfolio is meer dan een afgeleide van de eerste drie portfolio's. Netto contante waarde berekeningen voor diverse scenario's zijn een nodige maar niet voldoende exercitie (de meer

---

<sup>4</sup> In Oost-Duitsland zijn grootschalig de Opal projecten ingevoerd, in Nederland werd in April 1991 de eerste van ruim 200 huizen/apartementen aangesloten in Sloten (Amsterdam!).

moderne Reële Optie Analyse, zie inaugurele rede auteur, zou gecombineerd moeten worden met speltheorie)

- ? Het bestuurlijke portfolio: welke actoren doen mee in de breedbandketen, welke verantwoordelijkheden hebben zij, welke waarde voegen ze toe, welke rol spelen ze en wat zijn de spelregels, *Service Level Agreements*, hoe gaat de (breedband) keten als geheel functioneren, hoe kunnen *multi-actor prisoner dilemma's* worden geslecht?
- ? Het regelgeving portfolio: welke spelregels worden door de wet/regelgever voorgeschreven?
- ? Het human resources portfolio: welke kennis en vaardigheden worden vereist en wanneer?

Elk portfolio heeft een strategische, tactische en operationele dimensie en voor het breedband dossier dient men ze te kennen voor de uitgangssituatie, de doelsituatie en de migratie van A naar B, van het nu naar de wenssituatie. In deze contra-expertise ligt de focus op het tweede en derde portfolio en is het rapport *Slagkracht door Glas* het vertrekpunt. In een diepgaande analyse zou per actor en over het geheel gekeken moeten worden.

Om niet te vervallen in een soort van strategisch spookrijden, dient systematisch een en ander in kaart gebracht te worden en **feiten van meningen strikt te worden gescheiden**<sup>5</sup>. Dit wordt niet uitputtend van deze contra-expertise verwacht, maar de werkwijze wordt wel aangehouden met focus op de techniek en operatiën. Systematisch worden feiten gegeven over het complete dossier en per portfolio (uitgangspunten zijn de substellingen, zie 2.2) worden meningen geïnventariseerd en beoordeeld op basis van feiten en argumenten. Elk portfolio wordt voorzien van een aantal relevante vragen. Is de gemeente Amsterdam in staat deze vragen te beantwoorden, of vindt zij de (uitvoerende) partners die dat kunnen, dan verkleint dit de project risico's aanzienlijk.

Een behandeling van de 7 portfolio's volgt in het volgende hoofdstuk en legt een degelijke basis voor de beantwoording van de stellingen in hoofdstuk 4.

---

<sup>5</sup> dit laatste is nu niet het geval in het rapport!



### 3 Checklist van de zeven portfolio's

#### 3.1 het commerciële portfolio (omzet):

Welke diensten, smal- en breedbanddiensten, voor welke klanten, wanneer en voor welke tarieven?

Het rapport kijkt naar *triple play* en refereert ook aan 2<sup>e</sup> orde ICT effecten, pagina 26 en 29. Inmiddels geeft het rapport [One Gygabyte or Bust Initiative](#), *A Broadband Vision for California* iets meer houvast, zie ook [Broadband Benefits Economy](#). Maar aan de opbrengsten kant wordt niet met de VAS's gerekend, alleen de opbrengsten van de kale passieve aansluiting, omdat het ook om de passieve infrastructuur gaat.

De gemeente Rotterdam heeft het commerciële portfolio uitgebreid, inclusief VAS's laten onderzoeken tot op wijkniveau, ook om tot een gefundeerde en goed gefaseerde uitrol te komen. De kwaliteit van dit rapport van *Dialogic* (dat ook door ondergetekende van een contra expertise is voorzien) is hoog; evenwel is af en toe niet voldoende duidelijk gestipuleerd waar exact de inkomsten terecht komen.

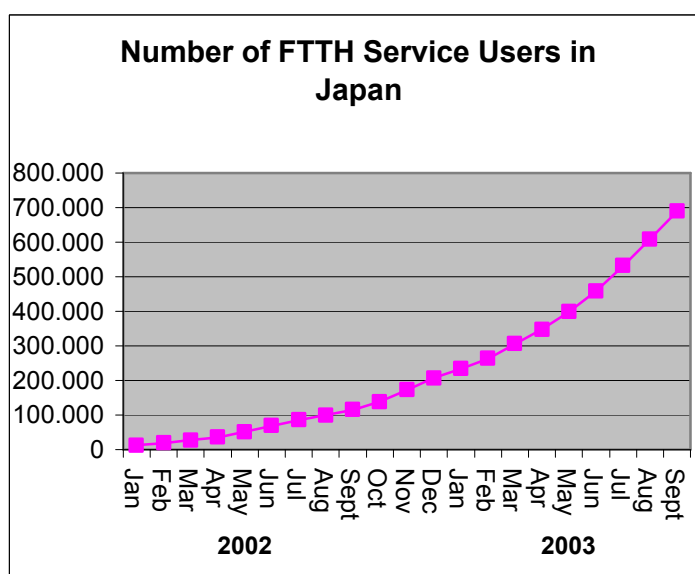
De onderbouwing van de omzet staat of valt met de penetratie en de penetratie op haar beurt met het gegeven: "zijn er één of meerdere concurrerende infrastructuren". Komen er meerdere dan is concurrentie een feit. Voor een nieuw breedband netwerk zijn dan de gegeven penetraties boven 50% irreëel, zie pagina 59.

De penetratie zal, behalve door de tarieven, absoluut gaan worden beïnvloed door de gebruikersvriendelijkheid van de in-huis apparatuur. Blijft alles gewoon werken, moet de consument iets bijleren, zal zijn PC niet direct dichtslippen en zo ja wie gaat hem helpen. Het rapport schenkt weinig aandacht aan dit soort zachte factoren die hard doorwerken op de penetratie. Het concept van de PC-loodgieter wordt een must, zie [4], pagina 18!

#### 3.2 het technische portfolio (investeringen)

Welke technieken, architecturen zijn toekomstvast, flexibel en betaalbaar?

Om een beeld te geven van de meest recente FTTH aantallen, kijken we met name naar Japan [5a]. Van deze trajecten valt veel te leren.



FTTH verkeert nog steeds in zijn aanvangsfase. Wellicht is Japan met zijn ruim 700.000 lijnen het dichtst bij volume aanleg, gevolgd door de RBOC initiatieven in de Verenigde Staten. Bijgevolg zijn de technologische ontwikkelingen, zowel naar transmissie, passieve componenten en installatie technieken nog in een innovatieve fase. Bovendien zijn er constant belangrijke kostenverschuivingen vooral als een technologie internationaal in een volume fase komt. Het is dus absoluut noodzakelijk om voortdurend kritisch en objectief de techniek keuze te evalueren ten opzichte van de beoogde netwerk doelstellingen. We geven een aantal voorbeelden.

Zowel Japan als de Verenigde Staten<sup>6</sup> hebben zeer uitdrukkelijk geopteerd voor PON systemen. Zijn de oorspronkelijke gegevens en parameters van de Nederlandse keuze voor punt tot punt verbindingen nog steeds volledig valide? Het merendeel van de internationale projecten worden aangelegd met 1 vezel per gebruiker. Nederland kiest momenteel voor 2 tot 4 vezels per gebruiker. Is dit nog een juiste technische en kosten-baten beslissing? Buis in buis systemen breken internationaal nog niet echt door voor omvangrijke FTTH projecten. Sommige actoren hebben na hun eerste proef trajecten de technologie verlaten. Hiervoor zijn technische en commerciële redenen. Bijvoorbeeld, de belangrijke daling van de vezel en kabelprijzen, nieuwe types connectoren en las-technologie die beschikbaar komen, de pakkingdichtheid en temperatuur beperkingen, de standaardisatie van de 'low water peak' G652 vezel voor FTTH, blaas problemen in oudere buis in buis trajecten et cetera.

Verhandelingen over de actieve apparatuur en keuzes binnen PON-architecturen: APON of EPON's voeren voor dit document te ver en kunnen niet binnen de toegestane tijdsbesteding worden uitgevoerd.

De focus in het rapport ligt op de passieve infrastructuur. Begrijpelijk. Maar moet er ook nog iets in huis gebeuren, verandert er iets in huis door de komst van glas? Heeft dit effect op de apparatuur van de eindgebruiker? Zo ja, wat zijn de kosten en hoe beïnvloedt dat de penetratie? Kan de eindgebruiker hier hulp bij krijgen (keuze apparatuur, software en installatie)? Denk ook hier aan het concept van de PC loodgieter en welke kansen hiermee juist gecreëerd kunnen worden.

Zie voor verder ook naar de beantwoording van de substellingen.

### 3.3 het operationele portfolio (exploitatiekosten)

Welke processen moeten worden gehanteerd om efficiënt de diensten te leveren, onderhouden (service) en administreren, billing et cetera. Het operationele portfolio bepaalt de kwaliteit en efficiëntie van de *going concern*; als dit portfolio niet goed draait breekt de breedband keten.

---

<sup>6</sup> Verizon, SBC en Bell South hebben eind mei dit jaar een RFP, Request for Proposals voor FTTH uitgeschreven, zie ook [9]

Hier valt met name rekening te houden met de OAM&P van de OutSide Plant! Dus, de Organization, Administration, Maintenance and Provisioning van de passieve (en actieve) infrastructuur van het breedband aansluitnet. Denk daarbij aan administratie van het aantal en de ligging van de vezels. Wordt dit volledig geoutsourced? Wil de gemeente daar een (deel)rol in spelen? Zo ja wat betekent dat aan aantallen personeel en opleidingen?

Veel van de FTTH projecten in zowel Europa als Azië en Amerika hebben plaats op initiatief van gemeenten, woningbouw coöperaties, nutsbedrijven of bestaande netwerk operators en service providers. Sommige van deze actoren behoren niet tot de traditionele telecommunicatie wereld en stappen in FTTH pilot projecten waar techniek en verantwoordelijkheden nog niet volledig zijn vastgelegd. De internationale FTTH projecten kennen derhalve successen maar ook mislukkingen. De FTTH markt heeft er alle baat bij dat de laatste worden vermeden of ten minste geminimaliseerd. Proefprojecten die het beoogde doel niet zouden bereiken kunnen immers enkel en alleen een rem zijn op het vliegwiel dat we met zijn allen in beweging willen brengen. Gerenommeerde partijen met bewezen successen in de Telecom Outside Plant zijn derhalve cruciaal. De gegevens hieronder hebben betrekking voornamelijk op de passieve infrastructuur.

De oorzaken van minder succesvolle projecten kunnen opgedeeld worden in drie categorieën namelijk kwaliteit, technologie (zie hiervoor het technische portfolio) en netwerk beheer.

### 1. kwaliteit

Kwaliteitsproblemen in de passieve infrastructuur zijn één van de voornaamste redenen dat FTTH projecten niet het verwachte doel bereiken. Er bestaat een aantal tekortkomingen:

- ? gebrek aan het opleggen van technische specificaties of
- ? gebrek aan controle op naleving van specificaties
- ? gebrek aan opleiding van de installateurs
- ? gebrek aan opleveringsprocedures die de toekomstvastheid van het netwerk waarborgen

Deze situatie creëert een onbalans tussen kosten en kwaliteit overwegingen. Specifiek voor FTTH projecten is dit een groot risico. In de Verenigde Staten hebben soortgelijke situaties aanleiding gegeven tot het opleggen van internationale specificaties (Telcordia) voor alle infrastructuur elementen (connectoren, lassen, verdelers, enclosures, enz.). Een toeleveringsbedrijf kan enkel een order verkrijgen wanneer het een kwalificatie attest is toegewezen voor de desbetreffende producten door een onafhankelijk testbedrijf. Opleiding van de installateurs voor de geselecteerde producten, eventueel gekoppeld aan een certificaat moet vermijden dat kwaliteitsproducten verkeerd worden toegepast. Niet in de laatste plaats, moet er een afstemming bestaan tussen de beoogde verwachtingen van de infrastructuur, de opleveringsvoorschriften en de selectie van de internationale specificaties van de componenten. Een voorbeeld: men stelt dat de passieve infrastructuur een levensduur verwachting van 20 jaar moet hebben en toekomstvast moet zijn naar transmissie en

diensten. Zijn dan de componenten specificaties, bouwvoorschriften en opleveringsvoorwaarden voldoende dekkend voor alle ITU gestandaardiseerde transmissiebanden van 1260 tot 1675nm?

## 2. netwerk beheer

In een FTTH project met ontkoppeling tussen services en transmissie netwerk, is het ontwerp van de actieve en/of passieve knooppunten (PoP, WTR<sup>7</sup>, aftakpunten, et cetera) van primair belang. Alle aspecten komen aan bod:

- ? registratie,
- ? ruimtebeslag (1000 buisjes die moeten samenkomen in een kast?!),
- ? energie toevoer,
- ? klimaatbeheersing,
- ? optische verdeler karakteristieken,
- ? apparatuurkeuze,
- ? toevoegen van klanten en services, onderhoud, QoS, et cetera.

Tot op het niveau van de componentenkeuze voor de passieve infrastructuur moet er afstemming zijn, resulterend in specificaties en operationele voorschriften. Hierin wil 'toekomstvast' zeggen dat bij de eerste aanleg het netwerk kan worden beheerd maar ook bij nieuwe aansluitingen en services en dit voor de beoogde levensduur bijvoorbeeld 20 jaar. Welke partij garandeert deze aspecten?

Een aantal voorbeelden:

Vooraf bij het aanleggen van netwerken in bestaande woonwijken wordt er internationaal meestal op dag 1 géén fysieke verbinding gemaakt naar elke klant. De verbinding wordt pas gemaakt wanneer de klant een service aanvraagt. Dit heeft vooral te maken met het kostenplaatje van het laatste netwerk stuk<sup>8</sup>. Bij deze opzet gaat men dan de technologie keuze vooral baseren op de eenvoud van installatie zodanig dat quasi standaard gereedschap en mankracht kan gebruikt worden. Hoe past dit plaatje in het kader van de huidige knooppunt definitie en de buis in buis techniek? Is er voldoende garantie naar de kwaliteit van de service voor bestaande klanten bij onderhoud, aansluiting van nieuwe klanten, netwerk wijzigingen, et cetera (bijvoorbeeld transient loss control)? Heeft de verantwoordelijke partij kennis van en controle op alle technische en administratieve aspecten van de vermelde werkzaamheden op het netwerk? Wat is de levensduur van de componenten? Kan het mogelijke operationele omstandigheden van de toekomst aan zoals bijvoorbeeld hogere bandbreedte, andere transmissie banden, analoge en digitale transmissie, maximale vezelcapaciteit, enzovoorts?

### **3.4 het financiële portfolio (ebitda)**

Welke omzetten, investeringen, exploitatiekosten en afschrijvingen zijn door de tijd heen te verwachten? Dit portfolio is meer dan een afgeleide van de eerste drie portfolio's. Netto contante waarde berekeningen voor diverse scenario's zijn een nodige maar niet

---

<sup>7</sup> Point of Present, Wijk Technische Ruimte

<sup>8</sup> Opnieuw memoreren we hier de kansen voor WLL en Meshed Networks!

voldoende exercitie (de meer moderne Reële Optie Analyse, zie inaugurele rede auteur zou gecombineerd moeten worden met speltheorie).

Is dat laatste lastig, wie kunnen dat wel? Er is nu wel een summiere gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Enkele vragen met betrekking tot de financiële gevoeligheidsanalyse:

- ? Wordt de prijstelling beïnvloed door concurrerende netwerken en zo ja tot welk niveau kan dan het tarief voor een passieve aansluiting terug vallen?
- ? Valt de penetratiegraad bij drie concurrerende netwerken terug en zo ja is dan 35% voor het nieuwe netwerk niet meer voor de hand liggend als maximaal haalbaar voor tenminste de eerste 5 jaar?

De restwaarde is sterk afhankelijk van de keuze voor de netwerkarchitectuur (PON of P2P) en of die keuze de juiste blijkt geweest te zijn. In de VS, zie bijvoorbeeld [9] van 10 november j.l., en Japan zien we nu juist sterke trends richting PON's, terwijl voor Amsterdam andere voorstellen zijn gedaan. Hoe wordt dit soort risico's afgedekt? Welke partijen kunnen deze afdekken? Welke partijen zijn direct betrokken bij de RFP's in de VS en of Japan en kunnen de meest recente informatie geven?!

Tot slot: Hoe kan de vermogenskostenvoet worden verlaagd, wat zijn de parameters hier?

### 3.5 het bestuurlijke portfolio

Welke actoren doen mee in de breedband keten, welke verantwoordelijkheden hebben zij, welke waarde voegen ze toe, welke rol spelen ze en wat zijn de spelregels, *Service Level Agreements*, hoe gaat de (breedband) keten als geheel functioneren, hoe kunnen multi-actor prisoner dilemma's worden geslecht?

Deze materie is in het rapport nog onderbelicht. Ondergetekende heeft enkele afstudeerders op dit terrein en uitgebreide rapporten<sup>9</sup> die academisch en praktisch van waarde zijn.

Op basis van welke argumenten is voor een model gekozen, wat is het beste model voor Amsterdam? Op pagina 38 wordt dit wel zeer summier behandeld voor zo'n belangrijk portfolio (mijns inziens is dit mogelijk wel het meest cruciale van de 7 portfolio's). Verder is het niet wenselijk dat de organisatorische modellen voor de breedband keten grote verschillen gaan vertonen in de Nederlandse steden; standaardisatie in dezen is wenselijk om als steden landelijke overeenkomsten te kunnen sluiten met bijvoorbeeld content providers. Het Breedband Expertise Centrum zou hier een relevante rol in kunnen spelen. Verder hoeft het geen betoog dat de actoren die een toeleverende of operator rol in de passieve en actieve infrastructuur hebben met gestandaardiseerde producten en werkmethoden dienen te werken, die later minimaal op nationaal, maar bij voorkeur internationaal niveau worden toegepast.

Tot slot, de trend van verticale naar horizontale integratie zet zich onverminderd voort en zal een grote impact hebben op de incumbent operators. Ook zij zullen zich

---

<sup>9</sup> Fibre To The Home in a Broad Perspective, Multi-dimensional modelling of the First Mile, C. Berghout, TU D, October 2003

horizontaal moeten gaan organiseren. Naast ONP, Open Netwerk Provisioning zal OSP, Open Service Provisioning gaan ontstaan, hetgeen een nieuwe service architectuur vereist dus: impact op het technische en operationele portfolio. Welke incumbents bereiden zich hier op voor en hoe ver zijn ze (c-mode, parlay, micro-payments et cetera)?

### **3.6 het regelgeving portfolio**

Welke spelregels worden door de wet/regelgever voorgeschreven?

Stabiele regelgeving is cruciaal, dat blijkt uit de VS situatie waar sedert februari een ommekeer in het denken speelt bij de FCC (geen ontbundeling van de fibre local loop), maar die nog niet eenduidig is vastgelegd, zie [9].

### **3.7 het human resources portfolio**

Welke kennis en vaardigheden worden vereist en wanneer?

Dit portfolio wordt hier niet uitgewerkt. Ondergetekende vindt evenwel dat in het rapport *Slagkracht door Glas* deze materie is onderbelicht. In welke rol ook de gemeente Amsterdam komt, zij zal hoe dan ook nauw betrokken zijn en blijven in het breedband dossier en dit vergt personeel met de juiste kennis en vaardigheden. Opleidingen kennen vaak een langere aanloop. Veel kan worden uitbesteed, maar niet alles! Snel komen tot een overzicht, wat wel en wat niet (beter) kan worden uitbesteed is cruciaal, zodat tijdig met opleidingen kan worden aangevangen.

## 4 Substellingen:

### 4.1 Substelling 1

De Commissie Andriessen gaat uit van voortgaande sterke groei in vraag naar bandbreedte (zie diagram toenemende marktvaart bandbreedte in het rapport 'Slagkracht door glas'), vergelijkbaar met die door TNO voorspeld wordt.

#### Antwoord

In [1, 8] wordt de toename van het internetverkeer en bandbreedte nog een slag dieper geanalyseerd. De verdubbelingstijd van bandbreedte in Europa ligt nu op 2,5, in Nederland even beneden 2,4 en neemt zelfs af (dus de bandbreedte behoefte versnelt niet alleen exponentieel, maar de exponent wordt zelfs groter)! De groei van het internet verkeer kent momenteel een verdubbelingstijd van 0,83. Deze groei zal afvlakken omdat aantallen gebruikers en *online time* verzadigen, tenzij de bandbreedte verdubbelingstijd sneller zal verkleinen dan de verzadigingen optreden. Verdubbelingstijd van bandbreedte moet dan zakken onder de 0.8. Zie ook bijlage [8].

Conclusie: Het rapport Slagkracht door Glas hanteert realistische cijfers.

### 4.2 Substelling 2

De bestaande vaste infrastructures (e.g. ADSL en COAX) zullen nog maar een beperkte rek hebben in uitbreiding van hun capaciteit, met relatief sterk stijgende investeringsbehoeftes voor steeds verminderende toenames van capaciteit, waardoor zij over afzienbare termijn de trendmatig stijgende vraag bij bestaande diensten (zie substelling 1) en/of van nieuw te ontwikkelen vormen van communicatie en nieuwe diensten, waarvan voorbeelden geschetst worden in het rapport van de Commissie Andriessen, niet meer kunnen ondersteunen.

#### Antwoord

Naar de letter van het woord volledig correct: "De bestaande vaste infrastructures ". Echter is een graduele verglazing van deze netwerken mogelijk, die dan op termijn "niets" meer met koper (UTP) of coax te maken hebben. Deze graduele verglazingen zullen tezamen aanzienlijk veel meer inspanningen en kapitaal vergen, alsmede overlast bezorgen, dan het gecoördineerd toewerken naar één FTTH netwerk. Het kabelnetwerk is van origine een distributief netwerk voor analoge TV en het kopernetwerk een interactief netwerk voor  $n \times 64$  kbps geschakelde verbindingen. Geen van beide netwerken zijn dus ontworpen voor interactieve (symmetrische) multimediale (spraak, data, beeld) breedband diensten. Het disruptieve karakter van de glasvezel in het aansluitnet werkt nu evenwel door naar de organisatie van de incumbents. Fibre To The Home op zich is een absolute no-brainer. De bandbreedte behoefte verdubbelt, zoals gezegd, elke 2,4 jaar en deze verdubbelingstijd neemt zelfs af. Deze trend zal niet veranderen, we staan slechts aan het begin: digitale TV/ HDTV, *peer2peer video communication*, en *virtual reality* zijn geen loze kreten, maar te verwachten binnen respectievelijk 5, 10 en 15 jaar; de bestaande huidige netwerken kunnen deze diensten niet dragen. Een glasvezel kan op termijn 200.000.000.000.000 bits per seconde vervoeren. Een eenvoudige rekensom leert dan dat glas tenminste 50 jaar

toekomstvast is. We kennen géén ander medium dat zich hiermee in de verste verte mee kan meten. De exploitatiekosten van incumbent operators zullen omlaag gaan bij invoering van glas in het aansluitnet (vergelijkbaar met de invoering van glas in de core netwerken), dit gaat op termijn een nieuwe extra drijfveer vormen voor de invoering ervan in het aansluitnet. Het meenemen van de gvk-trajecten van de incumbents in de local loop, lees city ringen, voorkomt vernietiging van kapitaal en redundantie in netten. Zulke migratie stappen passen uitstekend in het outside-in scenario dat incumbents dienen te volgen, zie [2]. Projectie van bestaande gvk structuren op de FTTH outside-plant is een haalbare exercitie, waarbij de voorkeur moet uitgaan naar inbreng van het glas van de incumbents, *triple play* is dan direct mogelijk en wel met een penetratie van vrijwel 100%.

Sommige incumbents zullen vooralsnog blijven pleiten voor "upgrades", wetend dat ze toch uiteindelijk naar FTTH moeten overstappen<sup>10</sup>. Omdat de terugverdientijd van FTTH voor hen vele jaren bedraagt en onzeker is, is FTTH nu nog, intra-sectoraal gezien, een brug te ver.

Ten aanzien van de bestaande aansluitnetwerken: De afstand van fibernodes<sup>11</sup> tot de huizen is irrelevant omdat de straten voor FTTH toch volledig open moeten. Geclaimde toenemende bandbreedtes over bestaande coax of koper netwerken kunnen nièt generiek waargemaakt worden en bij toenemende aantallen moeten alsnog maatregelen genomen worden, lees: graven en glas dichterbij de klant brengen; dit geldt met name voor de distributieve netwerken.

Functionele en organisatorische scheiding van netwerken en diensten lijken onvermijdelijk en horizontale integratie geboden: geen gescheiden glasvezels/netwerken voor spraak, data en beeld, en ook geen concurrerende vezels. Concurrentie bovenop maar niet tussen glasvezelkabel aansluitnetwerken.

Conclusie: Naar de letter van het woord is het rapport correct, een diepere beschouwing leert dat *upgrades* mogelijk zijn maar niet zonder inspanningen/overlast welke die van één geïntegreerde FTTH infrastructuur aanzienlijk overstijgen en nationale/locale belangen schaden. Omwille van die nationale en lokale belangen zal de centrale, respectievelijk de lokale overheid zich niet afzijdig kunnen houden, mogelijkerwijs zelfs samenwerking moeten afdwingen.

### 4.3 Substelling 3

De ontwikkelingen op in het bijzonder op mobiel gebruik gerichte technologieën (e.g. WiFi, UMTS) zijn geen alternatief voor de "last mile" op basis van glasvezel in termen van capaciteitsgroei, security, en storingsongevoeligheid.

### **Antwoord**

Het antwoord wordt gegeven in het essay [3] en is toegevoegd als annex in hoofdstuk 7. We gaan naar een toekomst van Personal Area- en Personal Networks, die ons op

---

<sup>10</sup> Uit [9] blijkt dat ook in de VS een tendens ontstaat waarbij de Bell operators geleidelijk deze opstelling verlaten.

<sup>11</sup> Kabelaars claimen dichterbij het huis te zijn (300 meter) dan KPN (500 meter). Generiek gelden trouwens gemiddeld grotere afstanden.



termijn vóór het einde van volgend decade ICT applicaties gaan leveren, smal- en breedbandig, waarbij kwaliteit, betrouwbaarheid en veiligheid zijn gegarandeerd. Veel van die diensten hebben als *service-feature* mobiliteit, maar doordat èn bandbreedte èn QoS èn *real-time* verbindingen over grote afstanden met een andere eindgebruiker of server gegarandeerd moeten zijn, zal de verbinding hybride moeten zijn: mobile -> fixed (lees glas) -> mobile. Mobiele technieken leveren daarbij wel de flexibiliteit om geografisch verschillende oplossingen te bieden om de kosten te spreiden in de tijd. Ook acht ik een tussen stap in delen van de steden niet onmogelijk of onverstandig. Op deze wijze kan met behulp van WLL- en *meshed networks* een differentiatie in tarieven worden bewerkstelligd. *Security* en storingsgevoeligheid zullen achterlopen bij vaste net oplossingen, evenals de bandbreedtes, zie sheet 10 uit [1].  
Conclusie: stelling is volledig correct indien "geen alternatief" wordt vervangen door "geen definitief alternatief".

#### 4.4 Substelling 4

De onder 3 bedoelde technologieën zijn complementair aan in plaats van als substituut voor de fijnmazige glasvezelinfrastructuur, omdat ze andere mogelijkheden bieden.

#### **Antwoord**

Zie stelling 3.

#### 4.5 Substelling 5

Voor de passieve infrastructuur is een gemiddelde afschrijvingsperiode van 30 jaar, voor actieve infrastructuur een gemiddelde periode van 10 jaar adequaat.

#### **Antwoord**

##### Passieve infrastructuur

Voor de passieve infrastructuur moeten we onderscheid maken tussen: architectuur en OSP netwerk elementen (OSP is OutSide Plant).

Als de architectuur niet juist wordt gekozen is er een majeur probleem, en kan de afschrijftermijn instorten naar 10 jaar. Een fundamentele keuze hierbij is: *fibre rich* (P2P) of *fibre lean* (PON structuren, Passive Optical Networks). Voor wat de OSP componenten betreft, onderscheiden we glasvezel kabels en glasvezel manipulatiepunten met diverse componenten. De leeftijden van gvk's en vezels gaan 30 jaar mee, alleen is ook hier het juiste type vezel van belang, zie [6]! Indien na 15 jaar lambda switched netwerken opkomen en de vezels worden beperkt door niet-lineaire effecten die optreden bij hogere vermogens, dan wordt daar ook het aantal lambda's door beperkt en zal versneld moeten worden afgeschreven op de gvk's. Behalve de gvk's moeten ook de kwaliteit van passieve vezel manipulatie elementen (closures, omdf's, cassettes for fusion, splicing et cetera) meegenomen worden om *positive fibre management* te waarborgen, zie [7]. Door de druk op de leveranciers is de kwaliteit die wordt ingezet door diverse *engineering companies* zwaar onder de maat.

Ondergetekende heeft op dit gebied ruime ervaring en een eerste generatie gespecificeerd in goede samenwerking met British Telecom voor de fibre city ringen. Markleider in dezen is Tyco Electronics/Raychem; goede tweede, maar met een meer

gefragmenteerd assortiment is Pirelli. Bedrijven zoals VW NWB, NKF, TKF, KPN, Versatel, het merendeel van de kabelaars verwerken deze componenten en nemen die af van de marktleider.

#### Actieve apparatuur

Gezien de fase waarin FTTH zich bevindt (van *Problem Child* naar *Star*), zal de ontwikkelingsgraad van actieve apparatuur nog hoog blijven over de gehele linie van transmissie apparatuur voor FTTH tot *active Optical Integrated Circuits*. Dit zien we bij alle relevante leveranciers zoals Alcatel, Ciena, Cisco, Lucent, Ericsson, Nortel, Redback, Siemens en World Wide Packets. Afschrijvingstermijnen zullen gemiddeld dichter in de buurt van 5 dan 10 jaar liggen.

Conclusie: het rapport is in dezen te optimistisch. Getallen van 25 jaar voor de OSP<sup>12</sup> en 8 jaar voor de actieve apparatuur<sup>13</sup> liggen dicht bij de waarheid. Nagegaan moet worden hoe dit doorwerkt.

#### **4.6 Hoofdstelling**

##### *Te toetsen uitgangspunt en keuze*

Een Glasvezelinfrastructuur is de meest duurzame technologie (*lees: biedt veruit de meeste ruimte voor groei van elektronisch verkeer, en biedt veruit de meeste flexibiliteit in aanpassing aan toekomstige diensten en gebruik in een periode van de komende 10 tot 25 jaar*) voor de grootschalige uitwisseling van data, spraak en bewegend beeld

**Een optelling van de conclusies voor de substellingen is niet helemaal een correcte actie, maar toch kunnen we de hoofdstelling met de gemaakte nuances absoluut onderschrijven.**

Cruciaal zijn:

- ? Het maken van de eerste stap met gedegen partners
- ? Het incorporeren van bestaande infrastructuur in één geïntegreerd FTTH netwerk
- ? Timing van de vervolg stappen
- ? Bewaken met de partners van de trends in de VS en Japan.

---

<sup>12</sup> De fysieke buisverbinding tussen klant en eerste opstelpunt kan inmiddels gegarandeerd worden voor een periode van 25 jaar (technische garantie = economische levensduur).

De garantie van glasvezelkabeltjes in het aansluitnet zal waarschijnlijk de 25 jaar niet halen. De garantie en dus afschrijving hangt af van de gekozen techniek (miniducts, geleidebuisjes, ondergrondse (half actieve) verdeelpunten etc. Ook de Telecomwet heeft invloed op de afschrijvingsperiode van 25 jaar (denk aan verleggingen en reconstructies).

<sup>13</sup> Voor wat betreft de afschrijving van de actieve apparatuur moet onderscheid gemaakt worden tussen de klantmodems (10 jaar maar hoge fysieke kosten om ze te vervangen ivm hoeveelheid, toegankelijkheid en configuratie) en aggregatie nodes (switches en routers) die een economische levensduur hebben van 5 jaar, maar die een langere periode als backup (afhankelijk van redundatie niveau en QOS) kunnen fungeren.

## 5 Toegestuurd materiaal

Voor de uitvoering van de contra-expertise is het volgende materiaal beschikbaar gesteld:

- ? Het Rapport 'Slagkracht door Glas, tweede druk, d.d. 14 februari 2003 van de Cie. Andriessen  
(en met name paragraaf 5.8, pp 57 en 58)
- ? Het Rapport 'Amsterdam: the big Cherry?', januari 2002.
- ? M&I/PARTNERS: *Draadloze technieken een alternatief voor FTTH?*, november 2002.
- ? UPC, BTTH, september 2003

## 6 Literatuurlijst, bijlages en sites

- [1] De ijzeren wetten in ICT-land & samenhang vast mobiel,  
ir J.W. Meijer, Prof dr ir N.H.G. Bakken



picture bijlage v2.ppt

- [2] Paper W. Franx, Voice over Broadband, FITCE congres, Berlijn september 2003, best paper award.



e3\_bd\_franx.pdf

- [3] Essay samenhang vast mobiel, een vier-laags hiërarchie, Prof dr ir N.H.G. Bakken

- [4] Opties voor Opties, Management van Strategische Innovaties in een Onzekere Telecom Wereld, Inaugurale rede Prof dr ir N.H.G. Bakken,

[http://www.tvseet.tudelft.nl/PEOPLE/Nico/Papers/inaug\\_v32plaatjes.pdf](http://www.tvseet.tudelft.nl/PEOPLE/Nico/Papers/inaug_v32plaatjes.pdf)

- [5a] Recente gegevens penetratie DSL en FTTH, Japan en China

[http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/eng/Statistics/number\\_users031031\\_1.html](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eng/Statistics/number_users031031_1.html)

[http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/eng/Statistics/dsl/](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eng/Statistics/dsl/)

<http://www.point-topic.com/content/dslanalysis/dslanah103.htm>

<http://www.theregister.co.uk/content/22/32752.html>

- [5b] Reactie gebruiker FTTH

<http://www.gate39.com/americanokyo/fiber.aspx>

- [6] Keuze gvks

<http://www.nrc.nl/W2/Nieuws/2001/03/16/Med/06.html>

[http://www.rci.rutgers.edu/~mjohnm/mypage/my\\_pubs.html](http://www.rci.rutgers.edu/~mjohnm/mypage/my_pubs.html)

- [7] Positive Fibre Management

<http://www.corning.com/opticalfiber/pdf/ao7077.pdf>

[http://www.google.nl/search?as\\_q=&num=10&hl=nl&ie=ISO-8859-1&btnG=Google+zoeken&as\\_epq=positive+fibre+management&as\\_oq=&as\\_eq=&lr=&as\\_ft=i&as\\_filetype=&as\\_qdr=all&as\\_occt=any&as\\_dt=i&as\\_sitesearch=](http://www.google.nl/search?as_q=&num=10&hl=nl&ie=ISO-8859-1&btnG=Google+zoeken&as_epq=positive+fibre+management&as_oq=&as_eq=&lr=&as_ft=i&as_filetype=&as_qdr=all&as_occt=any&as_dt=i&as_sitesearch=)

- [8] Internet Traffic Growth-A Combination of Moore's Law and Smart Marketing

Johannes W. Meijer; The Journal of The Communications Network, Volume 2 Part 3, July - September 2003.; [http://www.ibte.org/pubs/t023\\_hi.php](http://www.ibte.org/pubs/t023_hi.php)

- [9] Plannen Verizon FTTH, relatie regels FCC

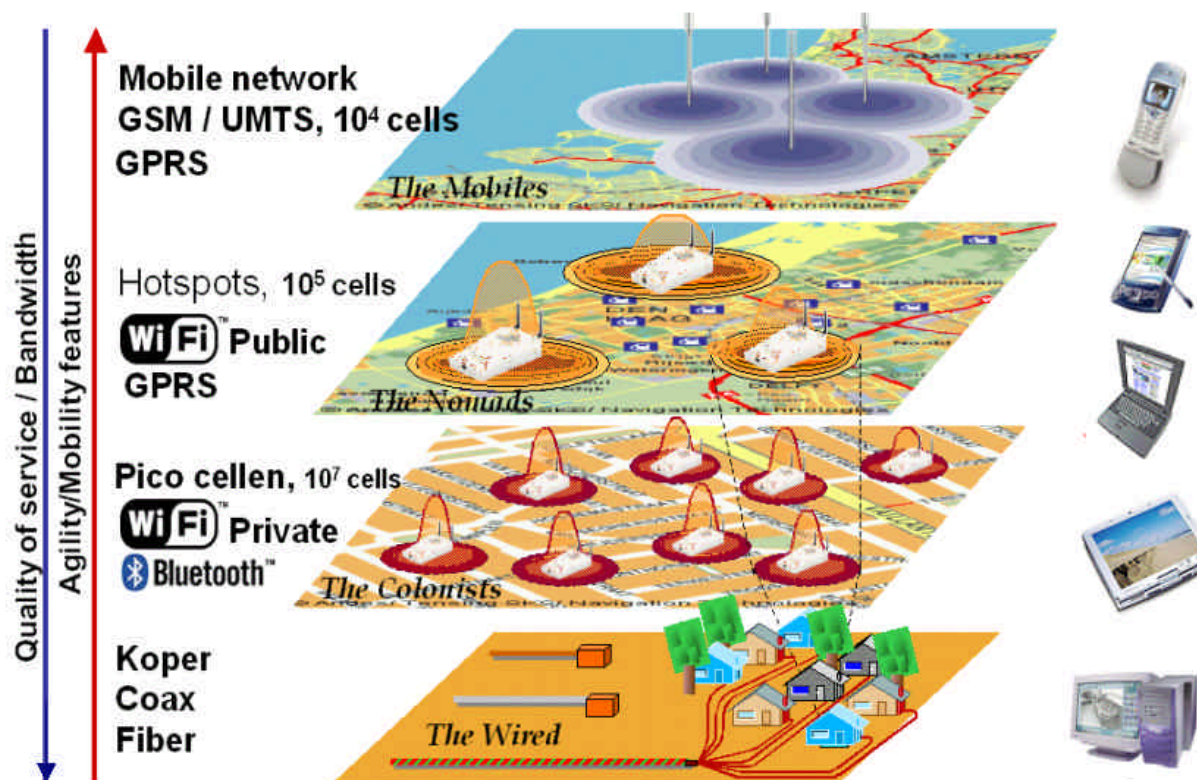
<http://www.opticalkeyhole.com/keyhole/html/verizon.asp>

[http://www.opticalkeyhole.com/keyhole/assets/verizon\\_Supercomm%20Final\\_files/frame.htm](http://www.opticalkeyhole.com/keyhole/assets/verizon_Supercomm%20Final_files/frame.htm)

7 Annex: Complementariteit van mobiele toegangstechnologieën en het vaste (aansluit)net; een 4-laags ICT Technische Infrastructuur

Op hoofdlijnen is het toekomstplaatje van de Technische Infrastructuur waarbij de samenhang tussen vast en mobiel wordt meegenomen eenvoudig te vangen. Noot: mobilititeit is een service-feature (boven de motor kap) en vergt in de techniek mobiele technologie (onder de motorkap); mobiele technieken zijn access technieken!! Dus, omdat afstand, QoS en bandbreedte elkaar beïnvloeden als communicerende vaten is het credo simpel: met het toenemend belang van Personal Area Networks en Personal Networks, wordt het belang van een breedbandig vast aansluitnet alleen maar groter (zie ook einde van de tekst).

Bekijk bijgaande figuur. We zien hier vier lagen. De onderste laag wordt geassocieerd met het vaste net en daarboven zien we drie lagen met mobiele access technieken.



**Figure of a 4-tiered hierarchy, showing the relation between fixed and mobile**

1. Laag 1, onderste laag, Vaste Net: Home-, Aansluit-, metro Core netwerken  
Uitme oplossing FTTH, glasvezel uiteindelijk in huis, steekt achter in het *Integrated Access device = Residential Gateway* (dat de NT1 integreert). Het IAD kan worden beschouwd als een "home Netwerk Operational Centre" dat alle devices in huis draadloos kan verbinden. Een aantal van die devices, zoals de mobiele "telefoon" toestellen en PDA's zullen dual, triple mode zijn. Daarmee wordt het volgende bedoeld. In de home pico-cel, zie punt 2, communiceren deze devices via de IAD middels blue-tooth of WiFi protocollen, echter buiten die cel wordt overgestapt naar protocollen voor de publieke WiFi cellen of de mobile cellen van laag 4 (GSM, GSM + Edge, GPRS of UMTS). We noemen dit vertical roaming.  
De inrichting van laag 1 betekent dus op termijn de volledig verglazing van het aansluitnet. Tussentappen zijn hierin denkbaar, geografisch (Streetlight!!) of in de tijd), maar een *leapfrog* lijkt gewenst om een daadwerkelijke voorsprong als Nederland BV op te bouwen en werkgelegenheid direct en indirect te bevorderen.
2. Laag 2, de eerste "mobiele laag". Het gaat hier uiteindelijk om zo'n **10 miljoen picocellen** met een diameter van grofweg 20 meter. Deze picocellen treffen we uiteindelijk aan in elk huis. Daarnaast zal ook elk bedrijfspand hiermee zijn uitgerust. De kern van een cel is het IAD dat alle devices draadloos kan verbinden. Het aantal mobile devices zal in 2015 in de orde van 10 miljard bedragen, waarvan het overgrote deel RF ID's zijn. Immers, een RF ID zal over enkele jaren niet meer dan enkele €cent kosten en wordt dan toegepast in elk product dat meer dan 5 - 10 € kost. Dit gaat ongekende mogelijkheden bieden (tracking en tracing, quality assurance, payment, ...). Dit impliceert dat naast de bekende vier: c2c, b2b, c2b en b2c er in eens vijf nieuwe velden bijkomen: d2b, d2c, d2d, b2d, en c2d ... (b= business, c=consumer, en d = device).
3. De laag van de **Public WiFi cellen: 10<sup>5</sup> in aantal** (orde grootte in periode 2010 - 2015). Denk hierbij aan de Shell pompen, Mc Donalds, maar ook aan lantaarnpalen en oude telefooncellen als venues (locations). Vier lagen in het business model: Venues, WiFi operators, Packagers en Carriers met een internationaal Brand. Ook *meshed networks* zullen hier een rol gaan spelen.
4. De klassieke laag van nu GSM, later UMTS cellen (groeïend van nu 4500 GSM naar later 10.000 UMTS cellen). In deze lagen kunnen meerdere operators concurreren. Deze lagen kunnen relatief eenvoudig internationaal worden georganiseerd.

Van onder naar boven geldt: bandbreedte en QoS nemen af, beweeglijkheid neemt toe. De UMTS cellen bieden wel meer capaciteit dan GSM (overigens met GSM + Edge wordt de capaciteit ook al aardig vergroot), maar men moet zich hier niet al te veel van voorstellen. De snelheden bedragen hooguit enkele honderden kbps en nemen snel af bij een toenemend aantal gebruikers. Deze bovenste laag wordt derhalve geassocieerd met de "mobiles" en de lagen daar beneden met de "nomads".

Het nu geschetste bouwwerk geeft een aardige impressie van de complementariteit van de mobile en fixed access technologies en daar nu een keer geldt dat we afstand, QoS en bandbreedte uitwisselen als communicerende vaten geldt (met in het achterhoofd dat mobility een service feature is): *The more mobility, the more mobile access will be required, the smaller the radio cells, the higher the frequencies and thus the more fixed (access) network will be necessary ... in the end we will have "aether over fibre".*