

Revolutionaire Evolutie Breedband in Nederland

Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| Inleiding analyse Nederlandse breedbandinfrastructuur | 2 |
| Samenvatting | 6 |
| 1. Huidige staat Nederlandse breedbandinfrastructuur | 8 |
| 2. Succesfactoren | 15 |
| 3. Toekomstvastheid Nederlandse breedbandinfrastructuur | 24 |
| Appendices | 33 |

NLkabel wil input leveren aan de discussie over de verdere uitrol van breedbandnetwerken

Situatie

- Het Ministerie van Economische Zaken (EZ) heeft een Taskforce aangesteld die gaat onderzoeken hoe verdere uitrol van breedbandnetwerken kan worden gestimuleerd
- De EZ Taskforce moet 1 maart 2010 met zijn advies komen
- NLkabel, de vereniging van Nederlandse kabelbedrijven, wil input leveren aan de EZ Taskforce zodat deze tot een geground advies kan komen
- NLkabel heeft daarom behoefte aan een objectief, herleidbaar en verifieerbaar rapport dat gebruikt kan worden door de Taskforce van EZ

Vraag

- Wat is de staat van de Nederlandse breedbandinfrastructuur (ook t.o.v. andere landen), wat ligt hieraan ten grondslag en is deze infrastructuur toereikend voor de toekomst?
- Hiervoor zullen de volgende subvragen beantwoord moeten worden:
 - Wat is de huidige staat van de Nederlandse breedbandinfrastructuur en hoe verhoudt zich die tot andere landen?
 - Wat zijn de (succes)factoren geweest die hebben bijgedragen aan de huidige stand van zaken?
 - Wat zijn de verwachtingen met betrekking tot toekomstig gebruik? Wat is de verwachting van de leverbare capaciteit per infrastructuur?

Afkortingen

| | | | |
|--------|---|------|--|
| ADSL | Asymmetric digital subscriber line | Mbps | Megabits per seconde |
| AON | Active optical network | MNO | Mobile network operator |
| BB | Breedband | OESO | Organisation for economic co-operation and development |
| CAGR | Compound annual growth rate | PON | Passive optical network |
| DL | Downlink | PP&E | Property, plant & equipment |
| DOCSIS | Data over cable service interface specification | RFoG | Radio frequency over glass |
| DSL | Digital subscriber line | SDV | Switched digital video |
| DVB-C | Digital video broadcasting - cable | Tbps | Terabits per seconde |
| EDGE | Enhanced data rates for GSM evolution | UL | Uplink |
| ETTH | Ethernet to the home | UMTS | Universal mobile telephony system |
| FTTB | Fibre to the building | VDSL | Very-high-bitrate digital subscriber line |
| FTTC | Fibre to the cabinet | VOD | Video on demand |
| FTTH | Fibre to the home | | |
| Gbps | Gigabits per seconde | | |
| GSM | Global system for mobile communications | | |
| GPRS | General packet radio service | | |
| HDTV | High-definition televisie | | |
| HFC | Hybrid fibre coax | | |
| HH | Huishoudens | | |
| HSPA | High-speed packet access | | |
| HSPA+ | Evolved HSPA | | |
| ISDN | Integrated services digital network | | |
| LTE | Long Term Evolution | | |

Bronnen

AIT
Alcatel
Amsterdam: Slagkracht door Glas
Berkman: FCC Next Generation Connectivity 2009
Breedbandnota 2002
CBS
Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2008–2013
Datamonitor
De Digitale Delta (2000)
De glazen Maas; Rotterdam, stad van de kansen
Ericsson white paper: HSPA, the undisputed choice for mobile broadband
Federal Statistical Office Zwitserland
Forrester
Gartner
Handreiking 'goed op weg met breedband' en openbare brief
OPTA/Nma in reactie daarop
ICT Agenda 2004
ICT Agenda 2008-2011
Ikanos
Internode Systems
Jaarverslag EZ 2008
Jaarverslagen: UPC, Ziggo, KPN, T-Mobile, Vodafone
Kabel en Consument (2000)
Motorola
NEC
Ofcom
Onesource
OPTA
OPTA jaarverslagen
PCM Providertest 07
Rijksbrede ICT Agenda 2006-2007
Solon
Telecom Time
Telecompaper
TeleGeography's Global Bandwidth Forecast Service
Test Consumentenbond Jan 2010
TNO
Tweede Kabelnota (2000)
UN-Habitat: Urban indicators
Verdrag van Lissabon
Websites van bedrijven: UPC, Ziggo, KPN, T-Mobile, Vodafone
Visie Mobiele Communicatie NFO 29-10-2009
Wikipedia
World Bank: World Development Indicators Database
www.dvb.org
www.speedtest.net

Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| Inleiding analyse Nederlandse breedbandinfrastructuur | 2 |
| Samenvatting | 6 |
| 1. Huidige staat Nederlandse breedbandinfrastructuur | 8 |
| 2. Succesfactoren | 15 |
| 3. Toekomstvastheid Nederlandse breedbandinfrastructuur | 24 |
| Appendices | 33 |

Samenvatting

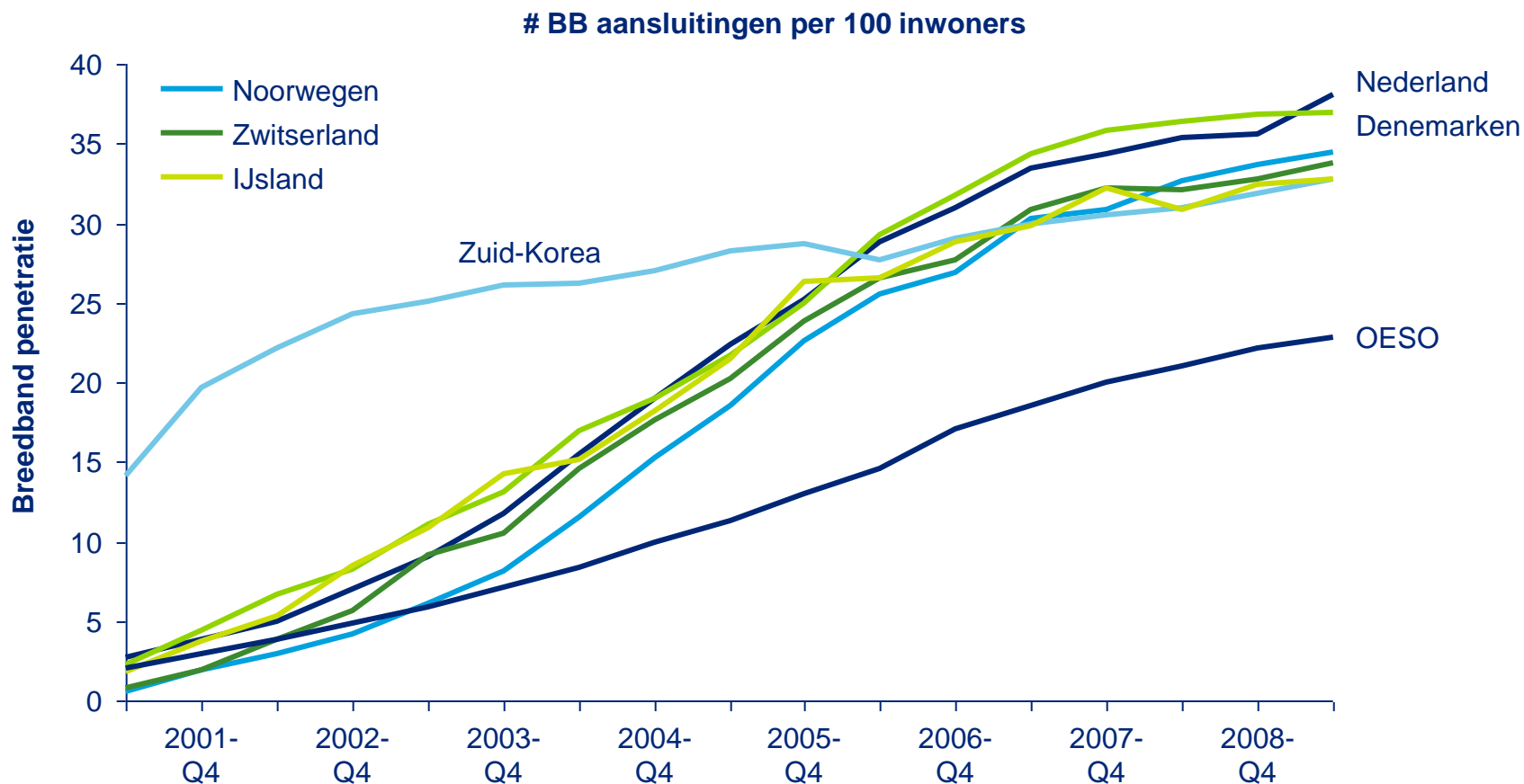
Uitstekende breedband infrastructuur in NL kan toekomstige vraag goed aan

| Samenvatting | Observaties |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Nederland heeft in vergelijking met andere landen een zeer goede breedband infrastructuur | <ul style="list-style-type: none">• Nederland behoort al jaren tot de wereldtop op het gebied van breedbandpenetratie en snelheden• Dit is te danken aan een veelheid van breedbandinfrastructuren zoals kabel-, glasvezel-, DSL- en mobiele netwerken met hoge dekkingsgraden• Aangeboden snelheden op de vaste netten zijn aanzienlijk waarbij op dit moment kabel de snelste commercieel beschikbare verbinding kan leveren• DSL is op dit moment dominant met 60% marktaandeel• In het kabel en het DSL netwerk bestaan end-to-end verbindingen voor het merendeel uit glasvezel waarbij alleen het laatste stuk coax of koper is |
| <ul style="list-style-type: none">• Succes is te verklaren door welvaart, oppervlakte van het land en de aanwezigheid van verscheidene concurrerende infrastructuren (kabel en Telecom) | <ul style="list-style-type: none">• De hoogte van breedbandpenetratie is gecorreleerd met het welvaartsniveau en de oppervlakte van een land: hoe rijker en kleiner hoe hoger; ook landen waarvan de bevolking toegang heeft tot concurrerende breedband infrastructuren zijn sterker ontwikkeld qua penetratie• Nederland heeft alle succesfactoren voor hoge breedbandpenetratie: het is een klein, rijk land met een concurrerende markt en infrastructuren• Gezonde concurrentieverhoudingen in de Nederlandse markt blijken uit snelheid- en prijsontwikkeling van de afgelopen jaren en forse investeringen in infrastructuur door de grootste partijen• De ‘unbundling’ van de DSL ‘last mile’ heeft ook bijgedragen op korte termijn, maar KPN heeft inmiddels het merendeel van de markt in handen• Voor bedrijven die diensten leveren over het internet – het snelst groeiende marktsegment – is het internet een open infrastructuur |
| <ul style="list-style-type: none">• Nederlandse breedband infrastructuur is goed toegerust voor toekomstige vraag naar snelle verbindingen | <ul style="list-style-type: none">• Op dit moment kan de commercieel beschikbare snelheid de maximale vraag ruimschoots aan• Vraag naar capaciteit zal hard blijven toenemen met een geschatte 40% per jaar• Per huishouden ligt het maximale breedband gebruik tussen 46 – 74 Mbps in 2013, ruim onder de nu al commercieel beschikbare snelheden• Behoeftte aan uploadsnelheid in 2013 ligt hier aanzienlijk onder en is in lijn met huidige verhoudingen tussen down- en uploadsnelheden• Aan de aanbodkant ontwikkelen snelheden voor alle technologieën zich al jaren exponentieel en de verwachting is dat dit zal aanhouden• In de toekomst kan dus in de vraag naar capaciteit ruimschoots worden voldaan waarbij een derde breedbandinfrastructuur, mobiel, in opkomst is |

Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| Inleiding analyse Nederlandse breedbandinfrastructuur | 2 |
| Samenvatting | 6 |
| 1. Huidige staat Nederlandse breedbandinfrastructuur | 8 |
| 2. Succesfactoren | 15 |
| 3. Toekomstvastheid Nederlandse breedbandinfrastructuur | 24 |
| Appendices | 33 |

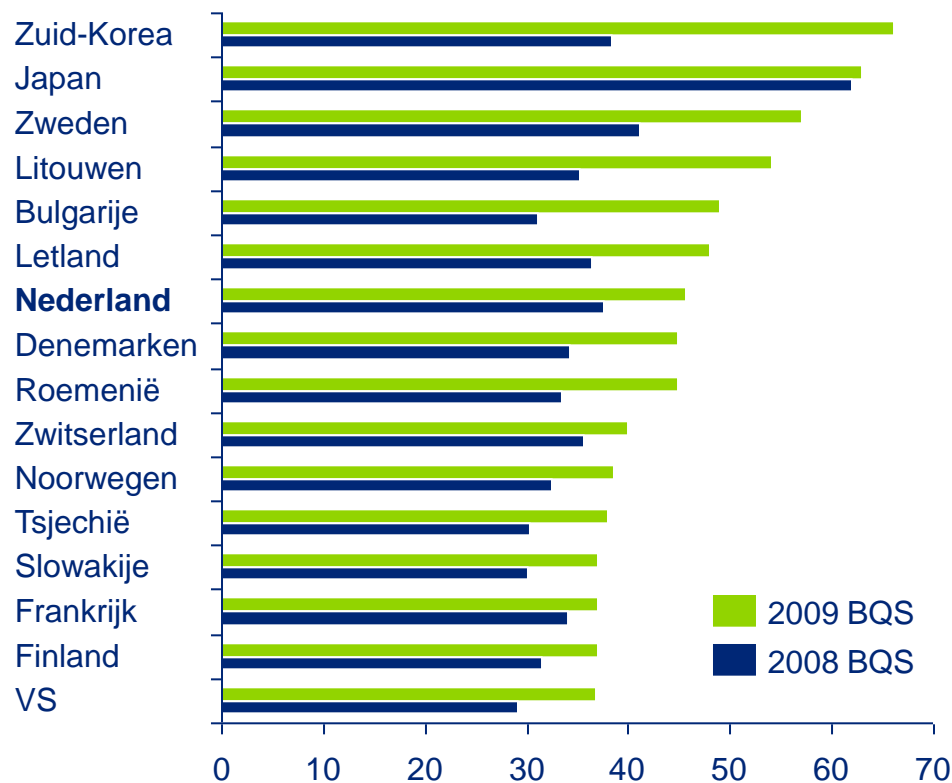
Nederland behoort al jaren tot de wereldtop op het gebied van breedbandpenetratie



Bron: OESO

Ook qua gerealiseerde snelheden en latentie scoort Nederland hoog

Top landen op basis van de Oxford-Ovieta Broadband Quality Score (BQS)



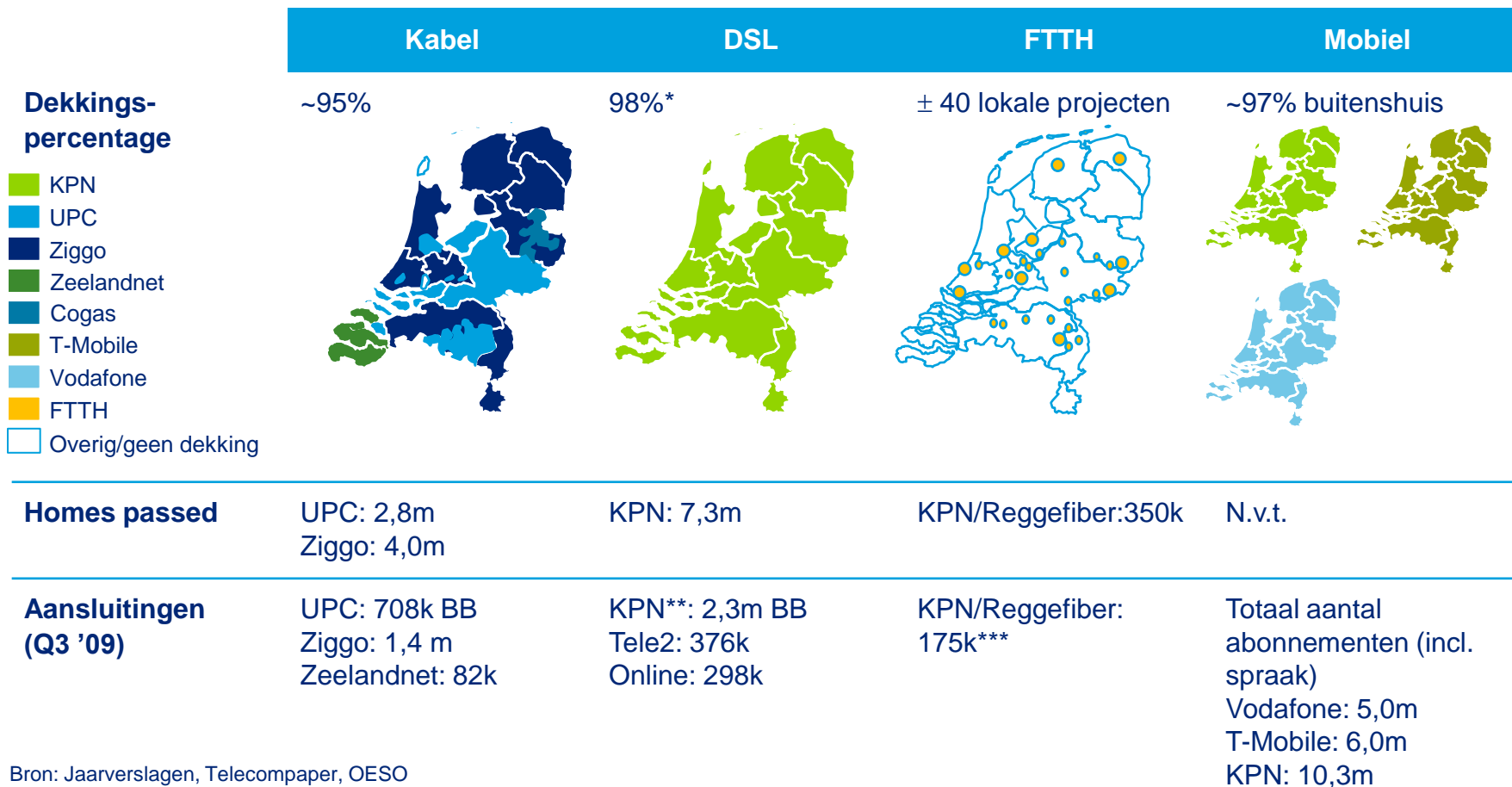
- De Broadband Quality Score (BQS) wordt berekend aan de hand van genormaliseerde waarden van drie criteria:
 - Downloadsnelheid
 - Uploadsnelheid
 - Latentie
- Deze drie factoren zijn middels wegingsfactoren afgemeten tegen de vereisten van hedendaagse en toekomstige (3-5 jaar) applicaties
- De BQS is berekend aan de hand van 24 miljoen snelheidstesten op www.speednet.org (Ookla)

Bron: Oxford - Ovieta Global Broadband Quality Study, September 2009

Noot: Latentie is de tijd waarin een pakketje van bron naar bestemming komt (van belang bij VoIP e.d.)

Dit is te danken aan een veelheid van breedbandinfrastructuren zoals kabel-, glasvezel-, DSL- en mobiele netwerken met hoge dekkingen

Huidige staat breedbandinfrastructuur



Bron: Jaarverslagen, Telecompaper, OESO

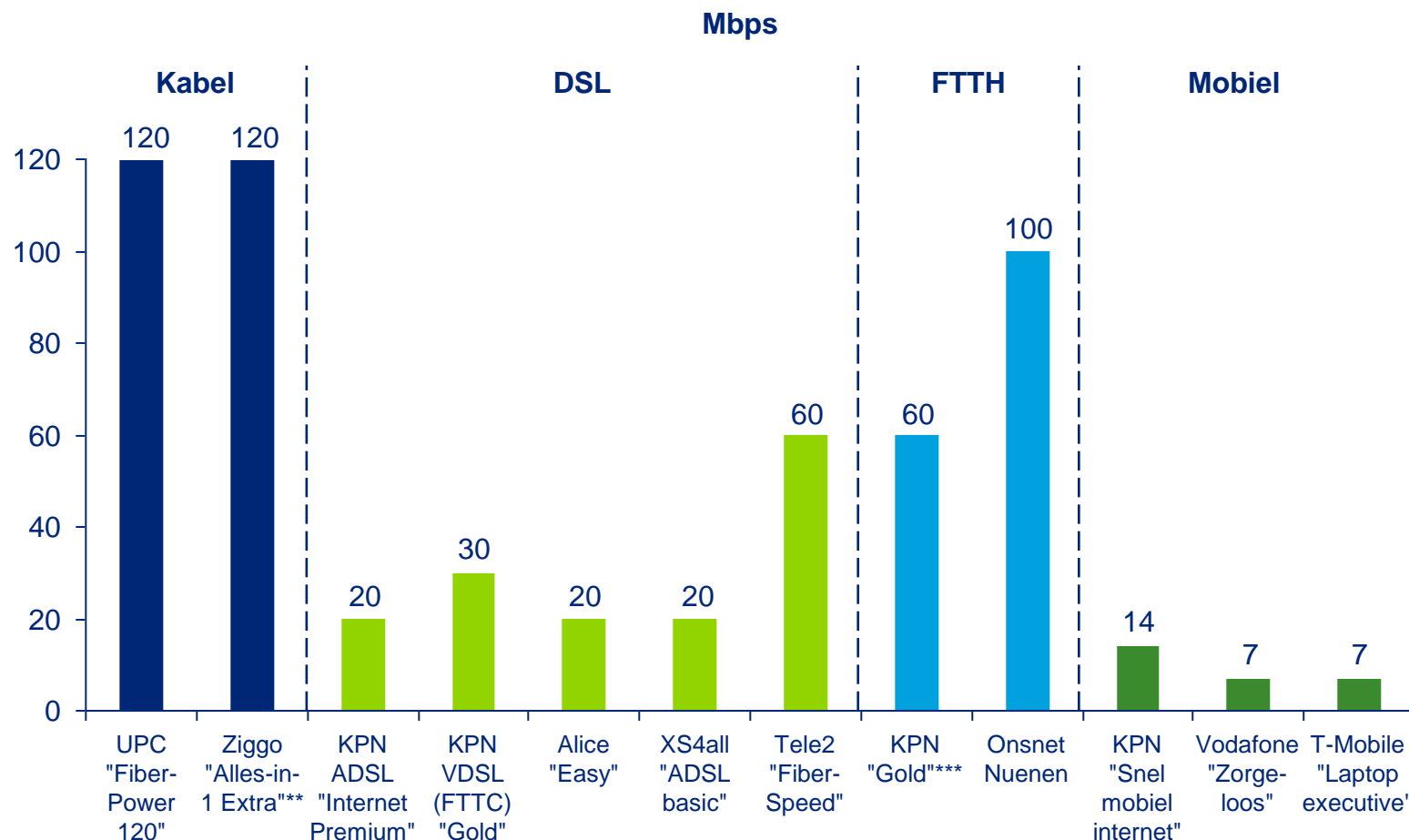
*OESO

** Internet van KPN, Het Net, XS4All, Overig KPN

***Telecompaper

Aangeboden snelheden op de vaste netten zijn aanzienlijk waarbij op dit moment kabel de snelste commercieel beschikbare verbinding kan leveren

Maximum downloadsnelheid huidige producten*



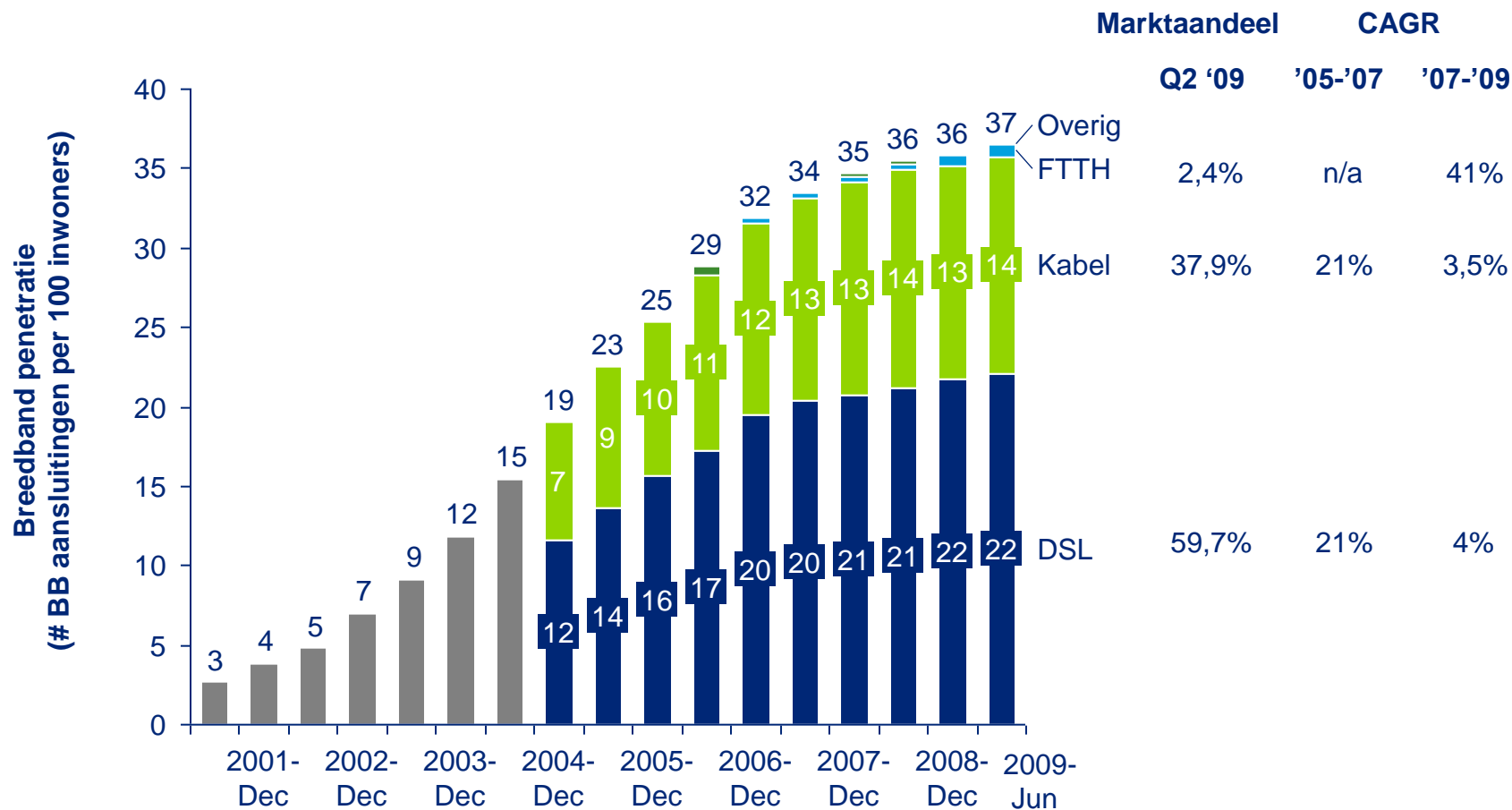
* Producten voor consumenten, dd jan 2010 ** Nog beperkt verkrijgbaar op deze snelheid

*** KPN heeft aangegeven dat het streven is dit naar 100Mbps te verhogen in 2010 Q2

Bron: websites bedrijven

DSL is op dit moment dominant met 60% marktaandeel

Ontwikkeling aansluitingen per technologie

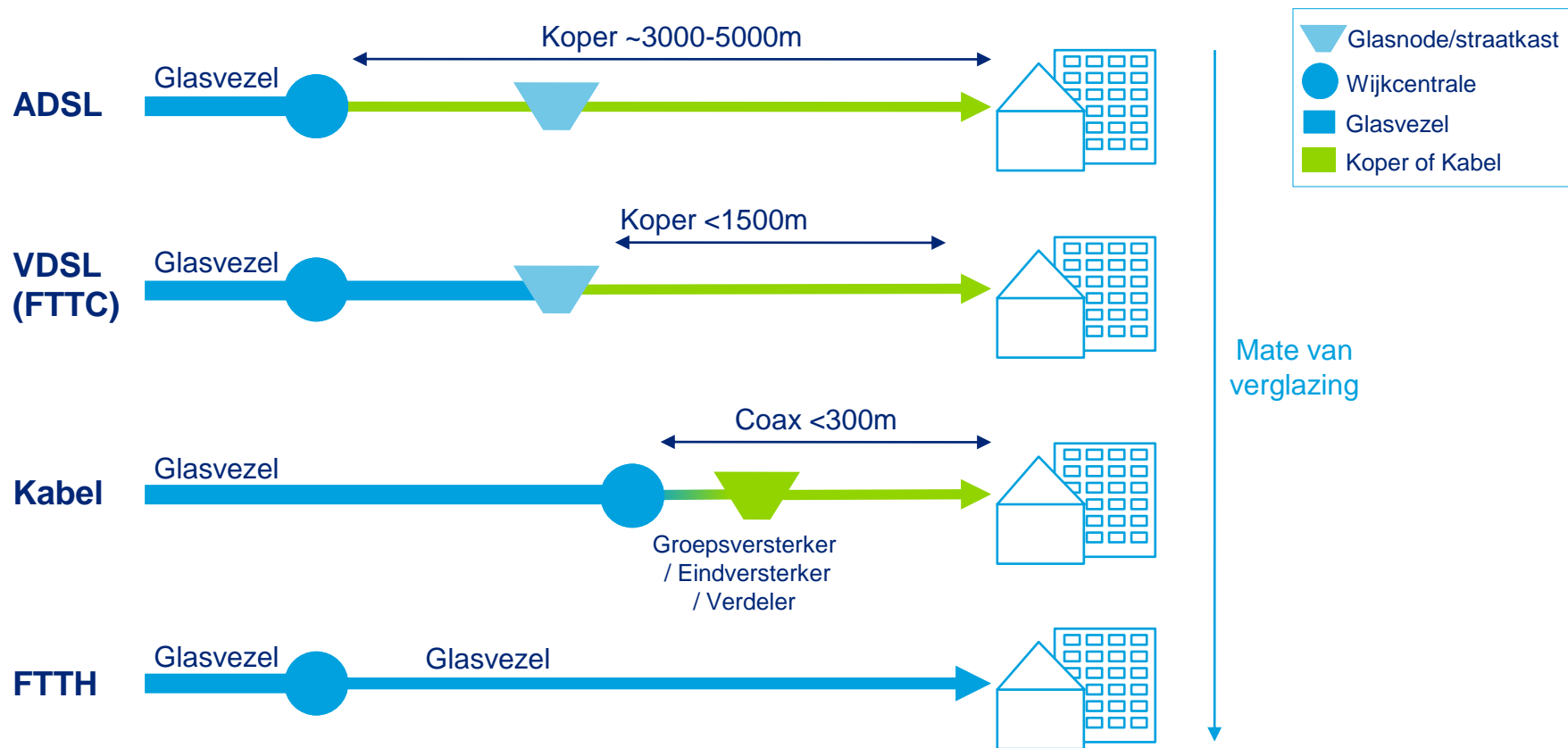


Bron: CBS, Telecompaper

Noot: Data t/m 2008 is afkomstig van het CBS; 2009 data is gebaseerd op Telecompaper; CAGR '05-'07 is berekend van Dec '04-Dec '07; CAGR '07-'09 is berekend van Q2 '07 tot Q2 '09

In het kabel en het DSL netwerk bestaan end-to-end verbindingen voor het merendeel uit glasvezel waarbij alleen het laatste stuk coax of koper is

Verglazing per breedband infrastructuur

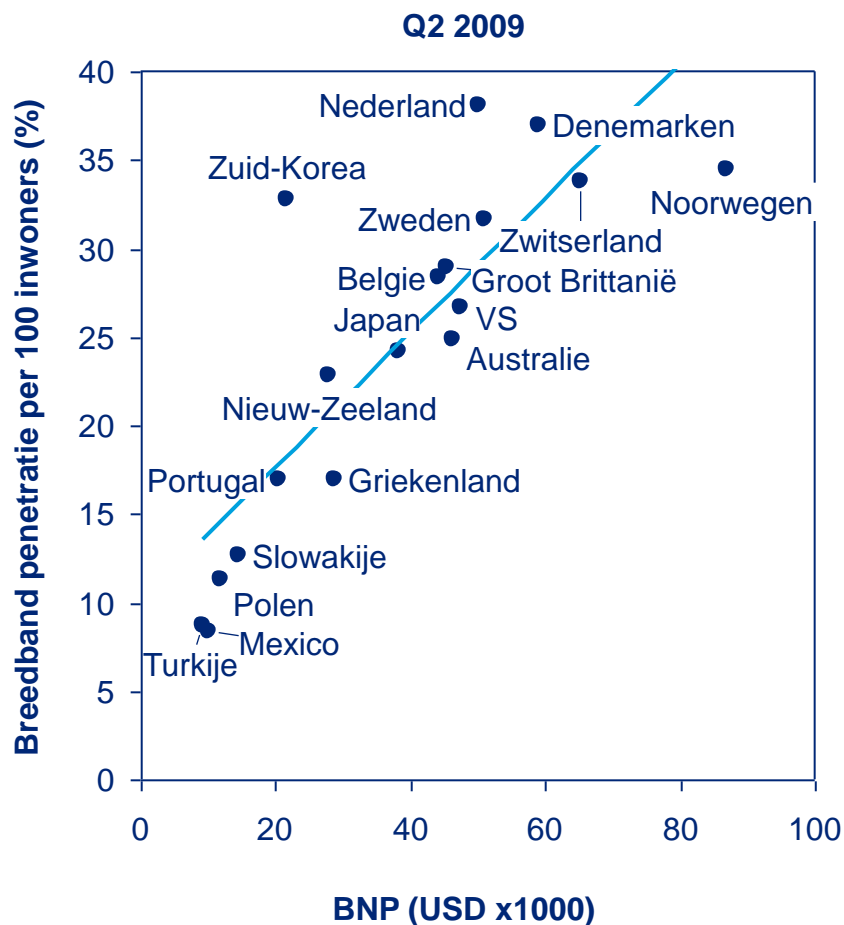


Inhoudsopgave

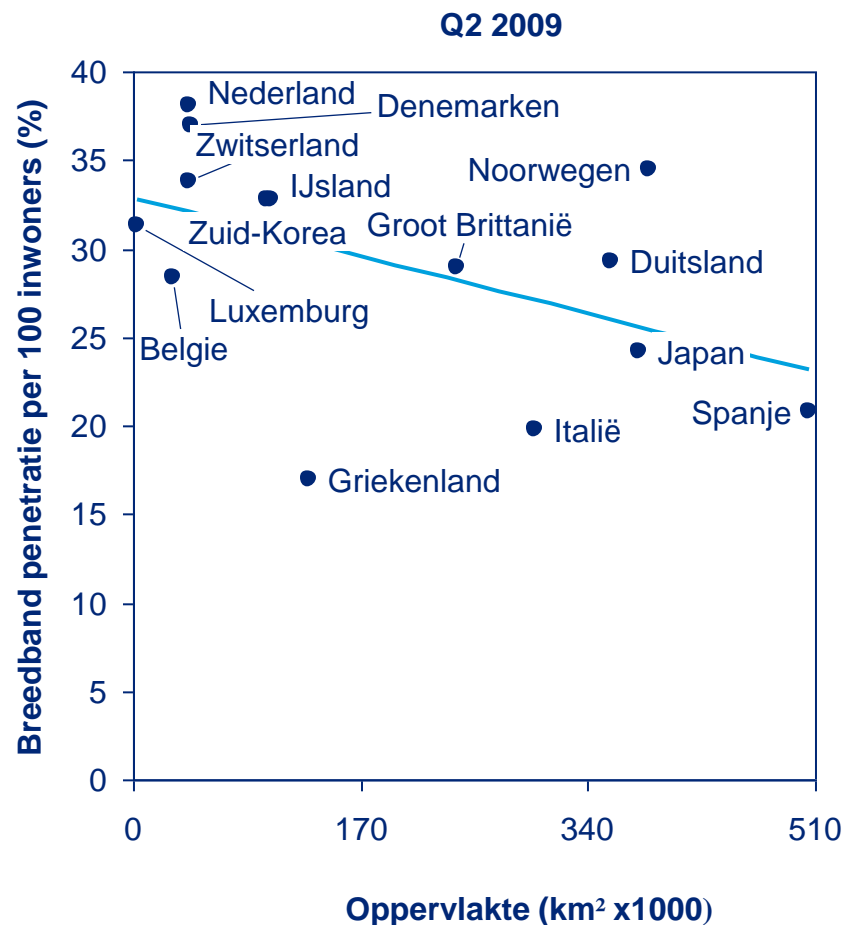
| | |
|---|----|
| Inleiding analyse Nederlandse breedbandinfrastructuur | 2 |
| Samenvatting | 6 |
| 1. Huidige staat Nederlandse breedbandinfrastructuur | 8 |
| 2. Succesfactoren | 15 |
| 3. Toekomstvastheid Nederlandse breedbandinfrastructuur | 24 |
| Appendices | 33 |

De hoogte van breedbandpenetratie is gecorreleerd met het welvaartsniveau en oppervlakte van een land: hoe rijker en kleiner hoe hoger

Breedbandpenetratie versus BNP



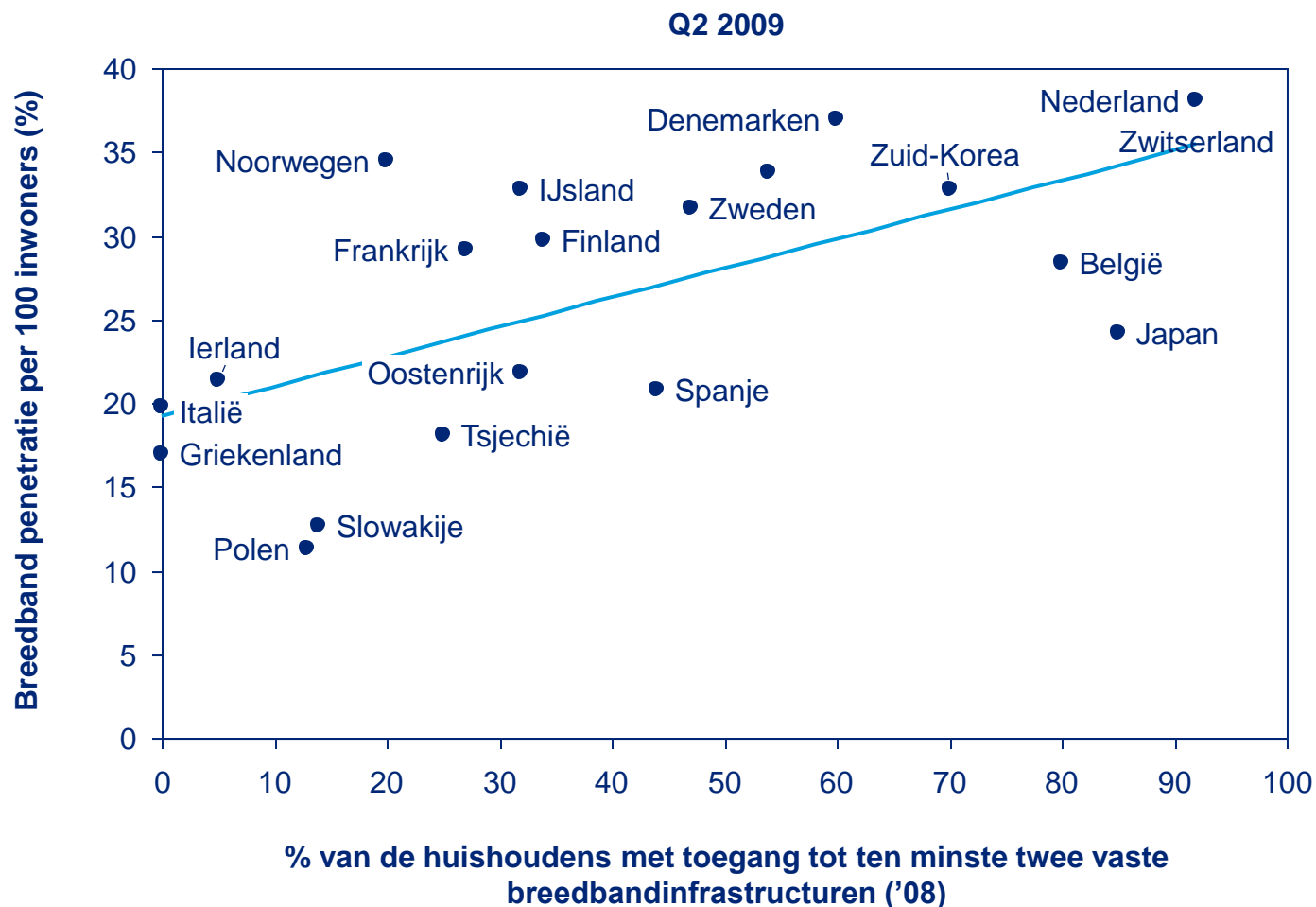
Breedbandpenetratie versus oppervlakte



Bron: UN-Habitat, OESO, World Bank: World Development Indicators Database

Ook landen waarvan de bevolking toegang heeft tot concurrerende breedband infrastructuur zijn sterker ontwikkeld qua penetratie

Breedbandpenetratie versus toegang tot ten minste 2 vaste BB infrastructuur



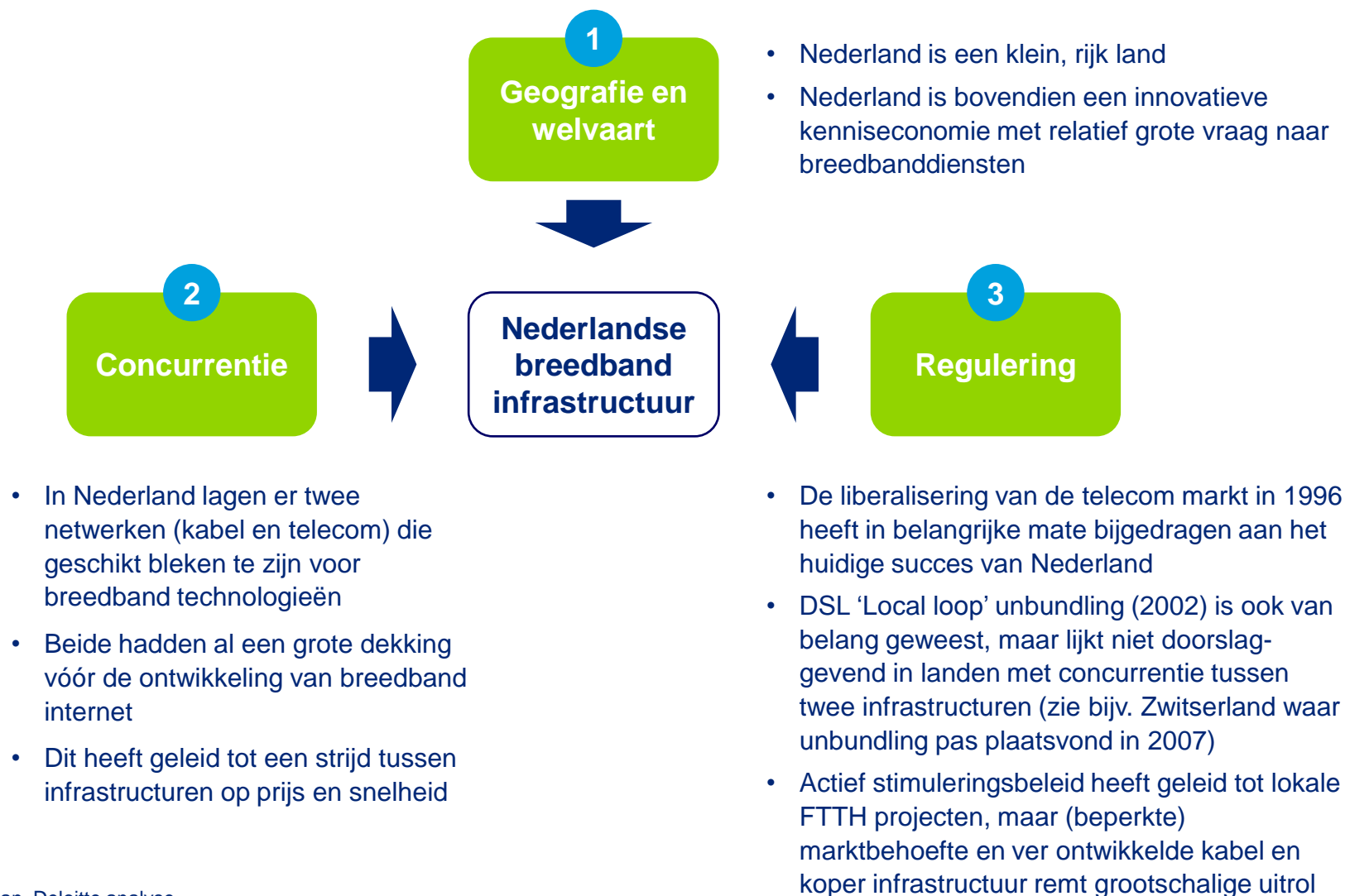
Bron: OESO, Federal Statistical Office Zwitserland

Toplanden op breedbandgebied passen in dit beeld, met uitzondering van Zuid-Korea waar de overheid zwaar heeft geïnvesteerd in breedband

| | |
|--------------------|---|
| Denemarken | <ul style="list-style-type: none">• Klein, rijk land met hoge toegang tot twee alternatieve infrastructuren• Zware concurrentie tussen een paar grote marktspelers die allen een mix van zowel koper/DSL als kabelinfrastructuur hebben gekocht• Geen overheidsinvesteringen in infrastructuur• Regulator stuurt op open model en concurrentie met lage drempels voor nieuwe toetreders en dwingt lage wholesale tarieven af |
| Zwitserland | <ul style="list-style-type: none">• Klein, rijk land met hoge toegang tot twee alternatieve infrastructuren• Zware concurrentie tussen traditionele kabel- en DSL aanbieders• Geen overheidsinvesteringen in infrastructuur• Overheid heeft vooral gestuurd op concurrentie tussen infrastructuren• Late openstelling van 'local loop', pas in 2007 afgedwongen• Impact door overheid afgedwongen openstelling van het DSL netwerk in 2007 lijkt gering: breedbandontwikkeling was al succesvol voor openstelling |
| Zuid-Korea | <ul style="list-style-type: none">• Penetratie en snelheden hoger dan verwacht in licht van welvaart van het land• Toe te schrijven aan zware overheidsfocus op ICT ontwikkeling waarin vraag wordt gestimuleerd en concurrentie tussen drie infrastructuren wordt bevorderd• Hoge overheidsinvesteringen: bijvoorbeeld \$24 miljard geïnvesteerd in aansluiting scholen en overheidsgebouwen en \$70 miljard lage rente leningen verstrekt aan marktpartijen• Zoals de figuur op slide 8 laat zien heeft massale overheidsinvestering maar een paar jaar voorsprong opgeleverd aangezien in 2006 Zuid-Korea ingehaald is door Nederland en Denemarken |

Bron: Berkman, Deloitte analyse

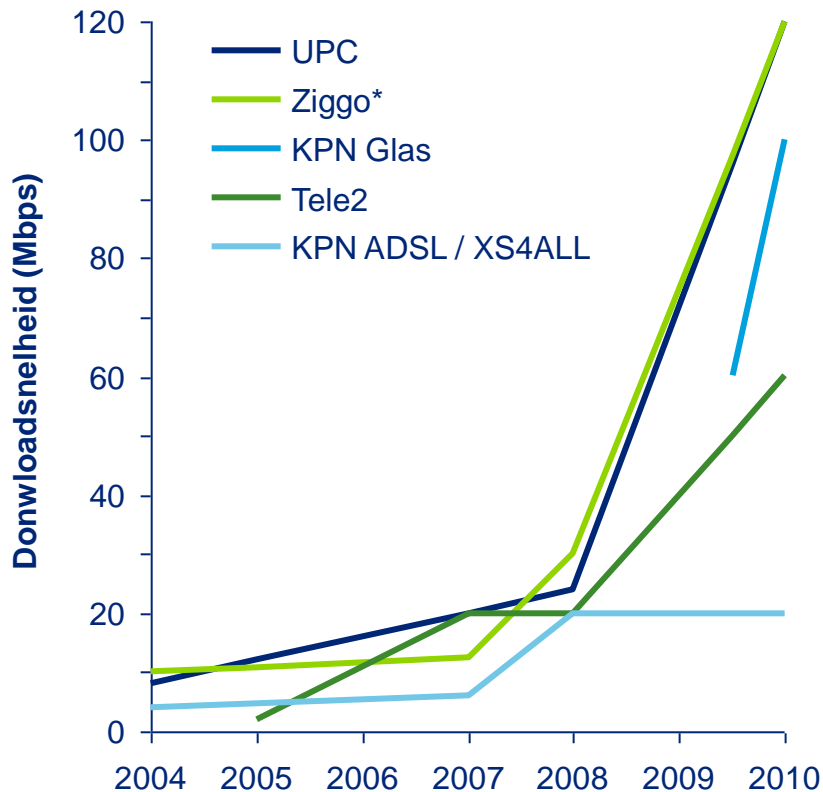
Nederland heeft alle succesfactoren voor hoge breedbandpenetratie: het is een klein, rijk land met een concurrerende markt en infrastructuur



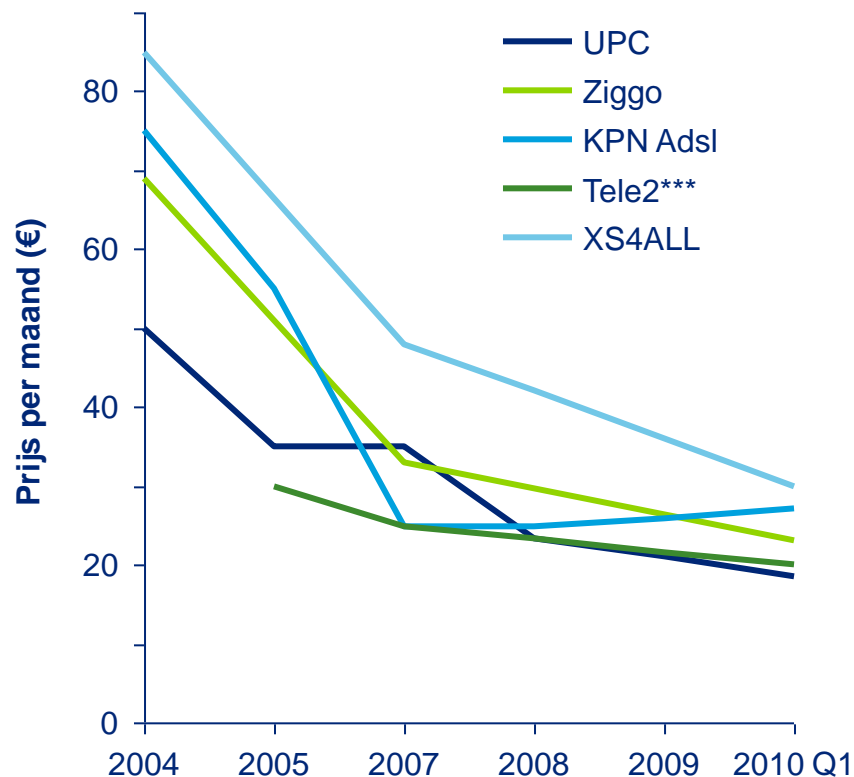
Bron: Berkman, Deloitte analyse

Gezonde concurrentieverhoudingen in de Nederlandse markt blijken uit snelheid- en prijsontwikkeling van de afgelopen jaren...

Ontwikkeling downloadsnelheid



Prijsontwikkeling € p/m abonnement 4 Mbps**



Bron: internet sites aanbieders, OPTA, PCM onderzoek '07

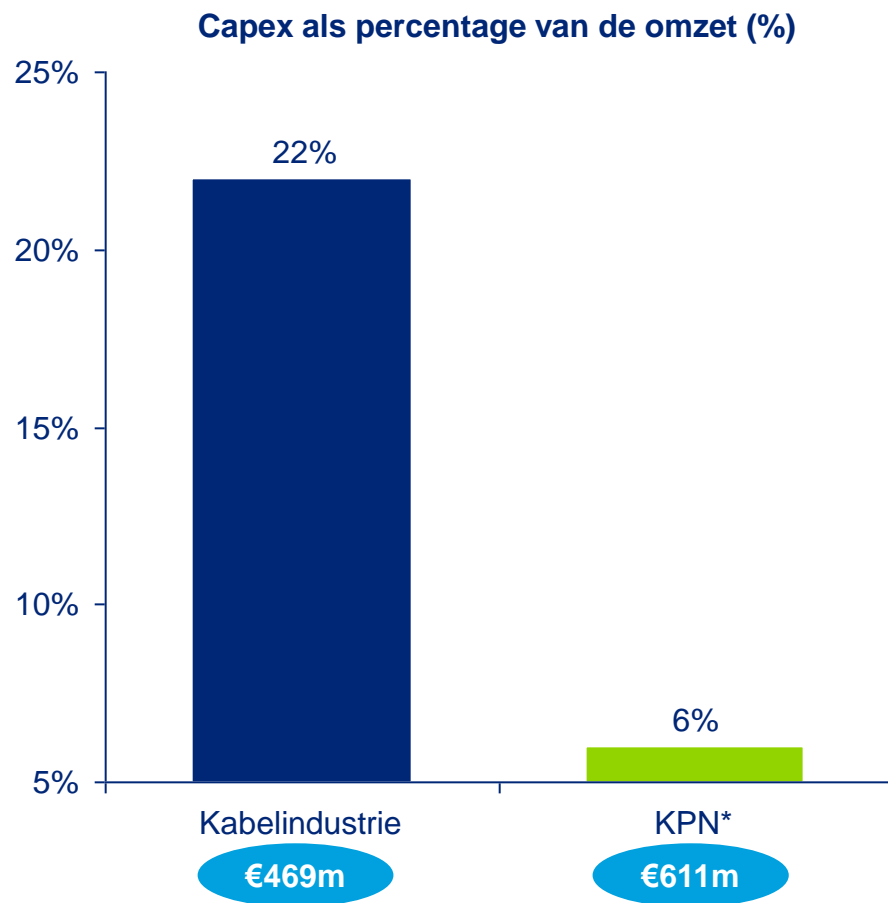
*Ziggo voor 2008: Multikabel, @Home, Casema

**Indien niet exact 4Mbps beschikbaar is de prijs van het dichtstbijzijnde abonnement geëxtrapoleerd

*** Tele2 biedt sinds 2007 minimaal 20MB. Prijs niet geëxtrapoleerd

... en forse investeringen in infrastructuur door de grootste partijen

Investering per aanbieder(sgroep) 2008



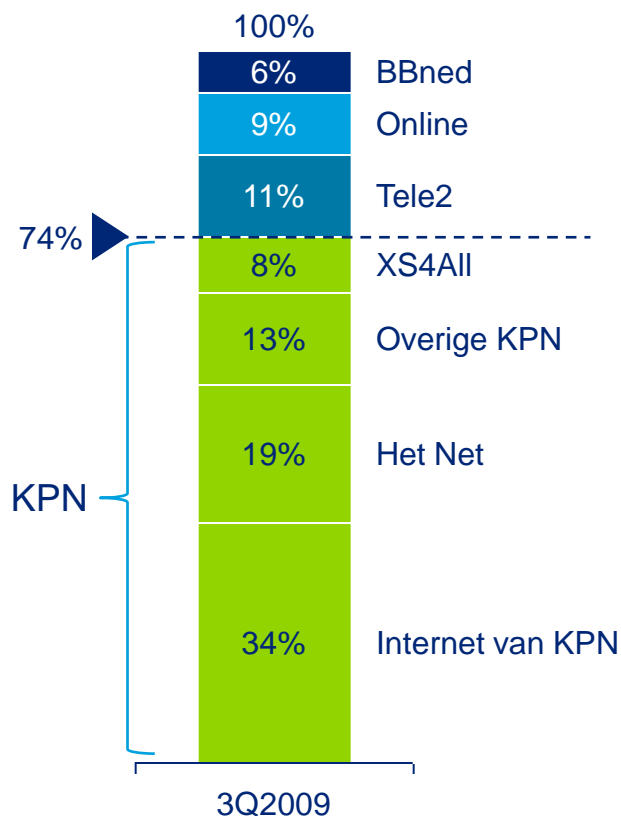
- Gerapporteerde capex door kabelindustrie in 2008 bedragen €469m
- Gerapporteerde investeringen door KPN in wholesale en operations in Nederland in 2008 bedragen €611m

Bron: Company Info, jaarverslagen, Solon

* Investerings voor wholesale & operations NL, omzet is KPN NL totaal

De 'unbundling' van de DSL 'last mile' heeft ook bijgedragen op korte termijn, maar KPN heeft inmiddels het merendeel van de markt in handen

DSL Markt (Q3 2009)



Overnames van DSL providers door KPN

| | Oprichting | Overname door KPN | Aantal overgenomen abonnees |
|-----------|------------|-------------------|-----------------------------|
| Telfort | 1996 | 2005 | 2,4 m* |
| Tiscali | 2000 | 2007 | 295.000 |
| Freeler** | 1999 | 2005 | 145.000 |
| HCCNet** | 1999 | 2005 | 75.000 |
| Demon** | 1996 | 2006 | 70.000 |
| XS4All | 1993 | 1998 | 50.000 |
| SpeedlinQ | 2002 | 2006 | 40.000 |
| Cistron** | 1995 | 2004 | 5.000 |

Bron: Telecompaper, TNO persberichten

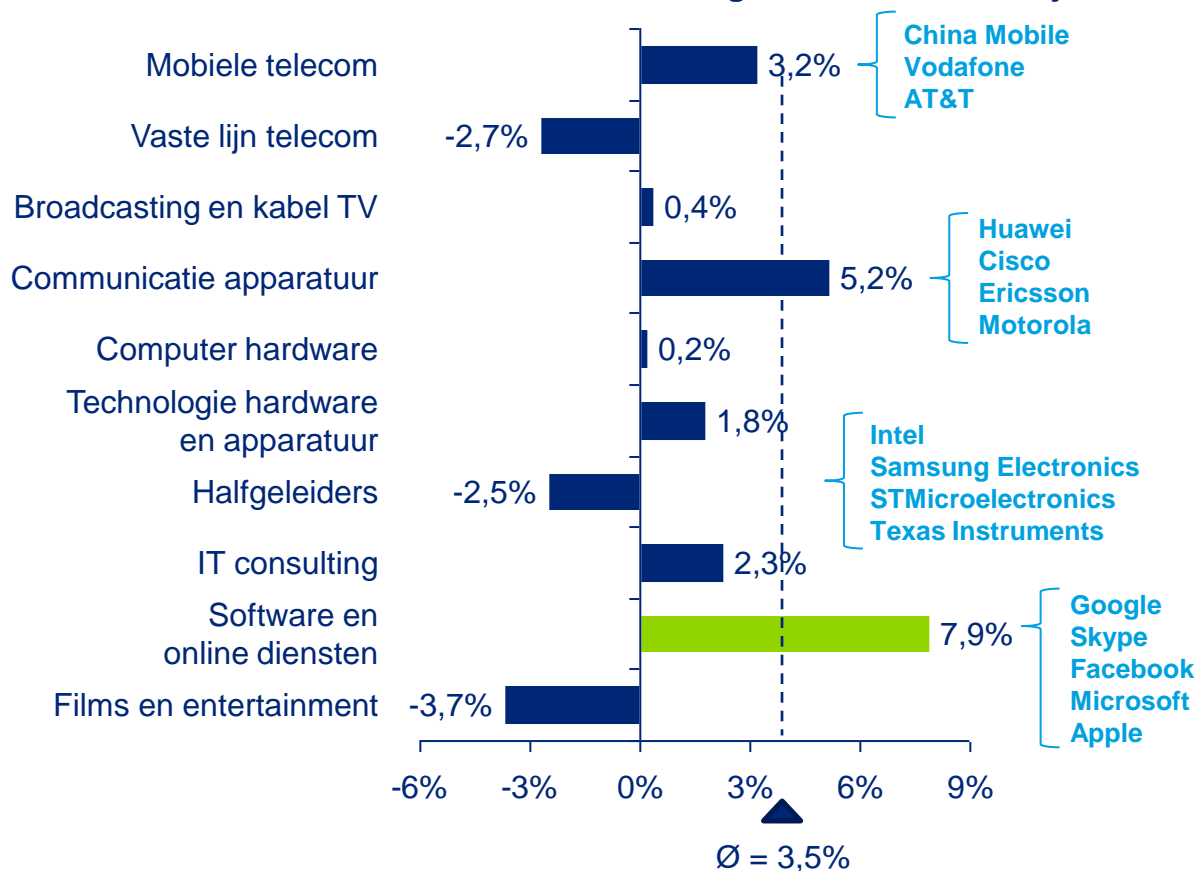
* Overname Telfort betrof op dat moment alleen mobiele klanten

** Freeler, HCCNet, Demon en Cistron zijn overgenomen door KPN dochter XS4All

Voor bedrijven die diensten leveren over het internet – het snelst groeiende marktsegment – is het internet een open infrastructuur

Mondiale ontwikkeling markt in het digitale ecosysteem

2004 – 2012 CAGR marktomvang met voorbeeldbedrijven



- Mate van openheid van de breedbandinfrastructuur van een land wordt vaak als een belangrijk issue gezien
- Opgemerkt dient te worden in dat verband dat voor bedrijven die software en online diensten leveren over het internet, zoals bijvoorbeeld Google, Skype en Facebook, het internet sowieso een open infrastructuur is, dat wil zeggen dat consumenten vrij toegang hebben tot deze applicaties, ongeacht de partij die toegang biedt (KPN, Ziggo etc.)
- Het software en online diensten segment is bovendien het snelst groeiende van alle bedrijfstakken in het digitale ecosysteem met jaar op jaar groei van bijna 8%

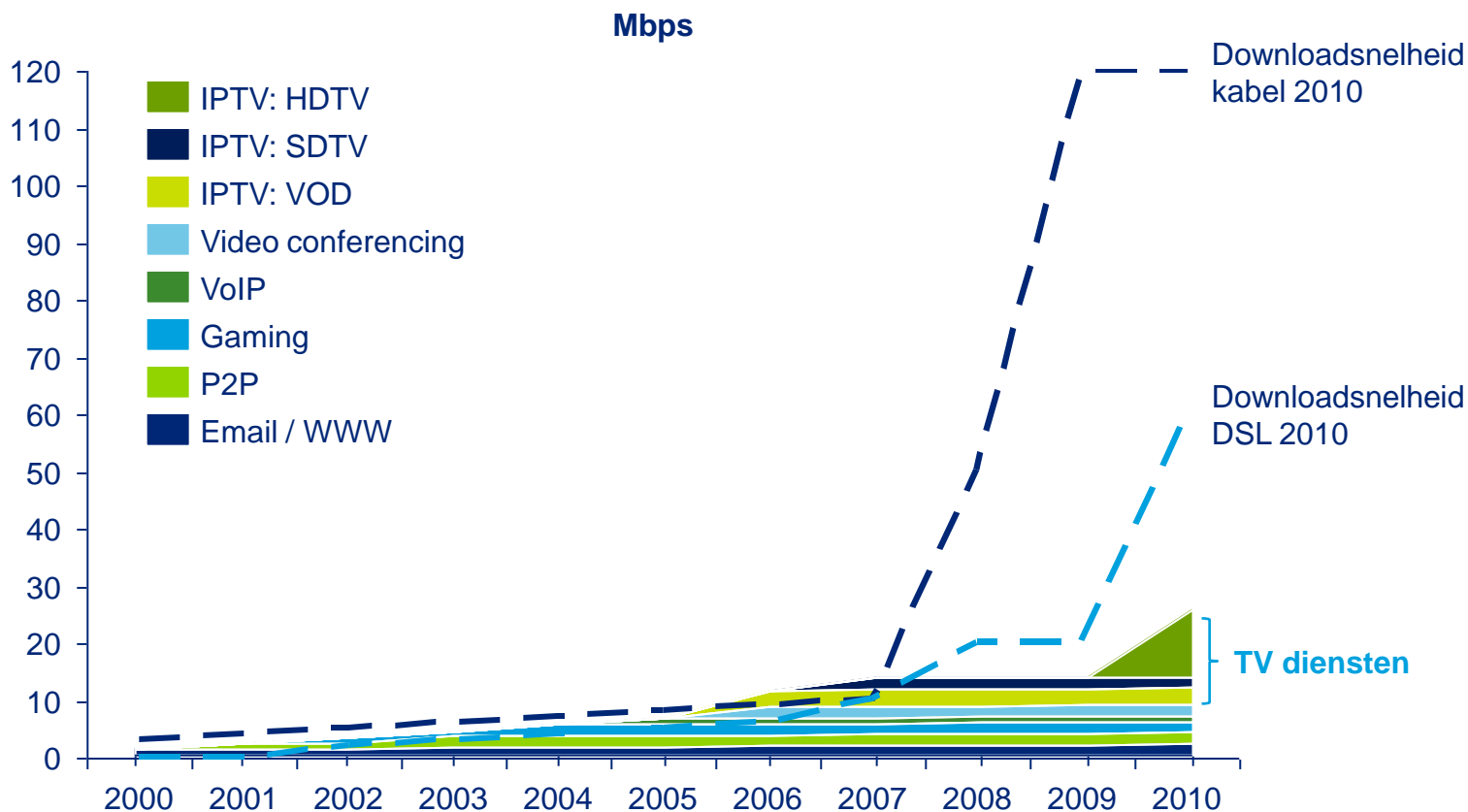
Noot: Gecorrigeerd voor een gemiddelde mondiale inflatie van 3,6% in de periode 2004-2012
Bron: Onesource, Datamonitor

Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| Inleiding analyse Nederlandse breedbandinfrastructuur | 2 |
| Samenvatting | 6 |
| 1. Huidige staat Nederlandse breedbandinfrastructuur | 8 |
| 2. Succesfactoren | 15 |
| 3. Toekomstvastheid Nederlandse breedbandinfrastructuur | 24 |
| Appendices | 33 |

Op dit moment kan de commercieel hoogst beschikbare snelheid de maximale vraag ruimschoots aan

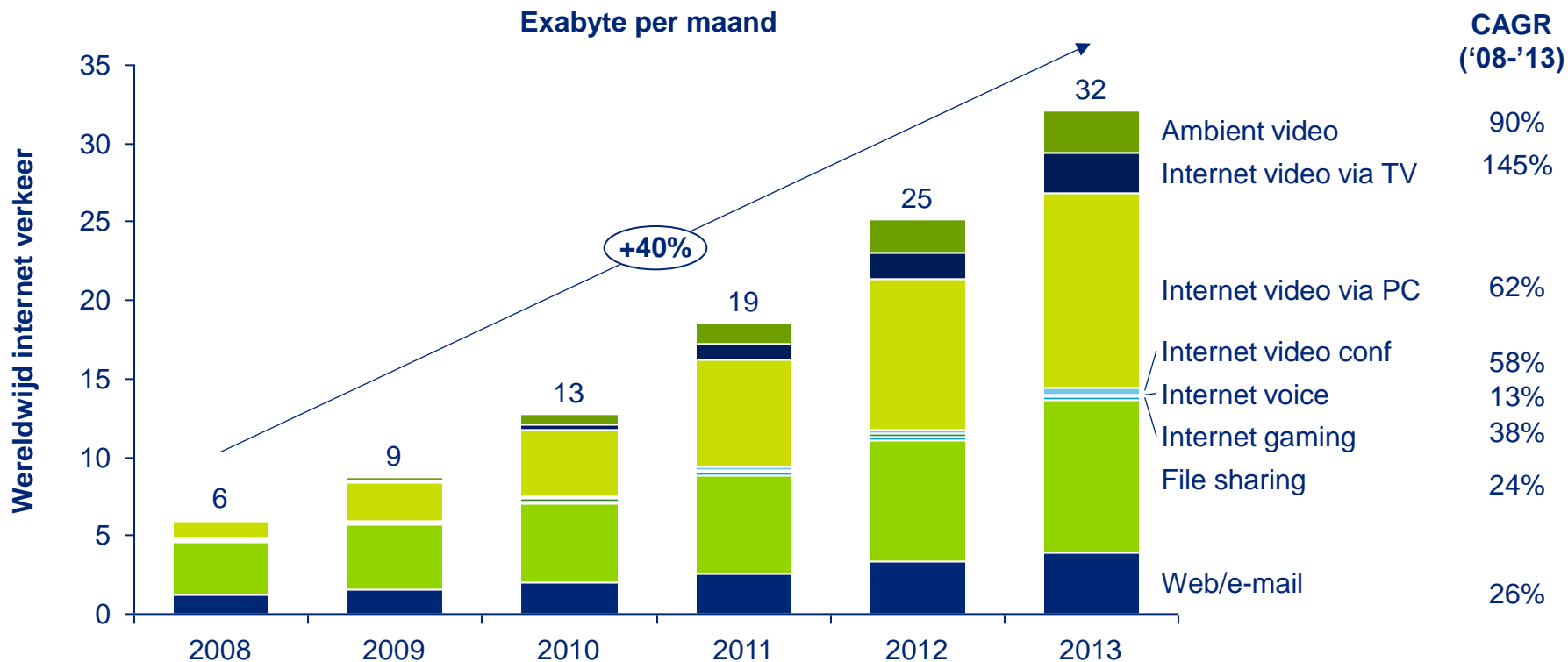
Ontwikkeling bandbreedte gebruik versus aanbod



Noot: Voor kabel geldt dat in het gebruik niet de TV diensten dienen te worden meegenomen, aangezien deze over DVB-C gaan en niet via IP. Voor de andere technieken zoals DSL, FTTH en mobiel gaan deze diensten wel over IP
Bron: Deloitte analyse

Vraag naar capaciteit zal hard blijven toenemen met een geschatte 40% per jaar, waarbij belangrijke groeifactoren file sharing en video via pc zijn

Voorspelling toename internetverkeer

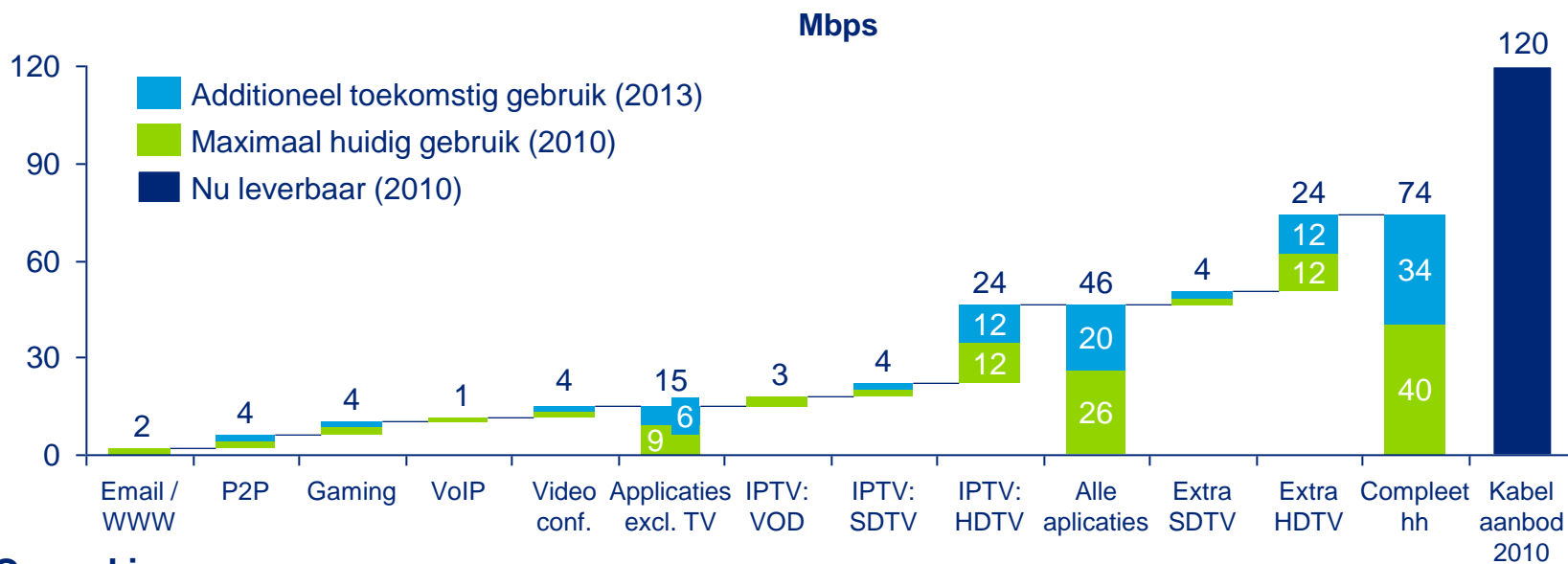


Ambient Video: nannycams, petcams, home security cams, en andere constante video streams
 Internet Video via TV: gratis of betaal-TV of VoD via Internet afgespeeld op een TV d.m.v. een media box
 Internet Video via PC: gratis of betaal-TV of VoD afgespeeld op een PC, zonder P2P video downloads
 VoIP: inclusief verkeer van retail VoIP services en VoIP via PC, maar zonder wholesale VoIP transport
 Video Communications: inclusief video telefonie via PC, webcam, en web-based video monitoring
 Gaming: inclusief online gaming, console gaming via netwerk, en multiplayer virtual world gaming
 P2P: inclusief peer-to-peer verkeer van alle bekende P2P systemen zoals BitTorrent, eDonkey, etc.
 Web, Email, en Data: inclusief web, email, instant messaging, en overig data verkeer (exclusief file sharing)

Bron: Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2008–2013

Per huishouden ligt het maximale breedband gebruik tussen 46 – 74 Mbps in 2013, ruim onder de nu al commercieel beschikbare snelheden

Maximaal bandbreedte gebruik (download) per huishouden (2010 versus 2013)



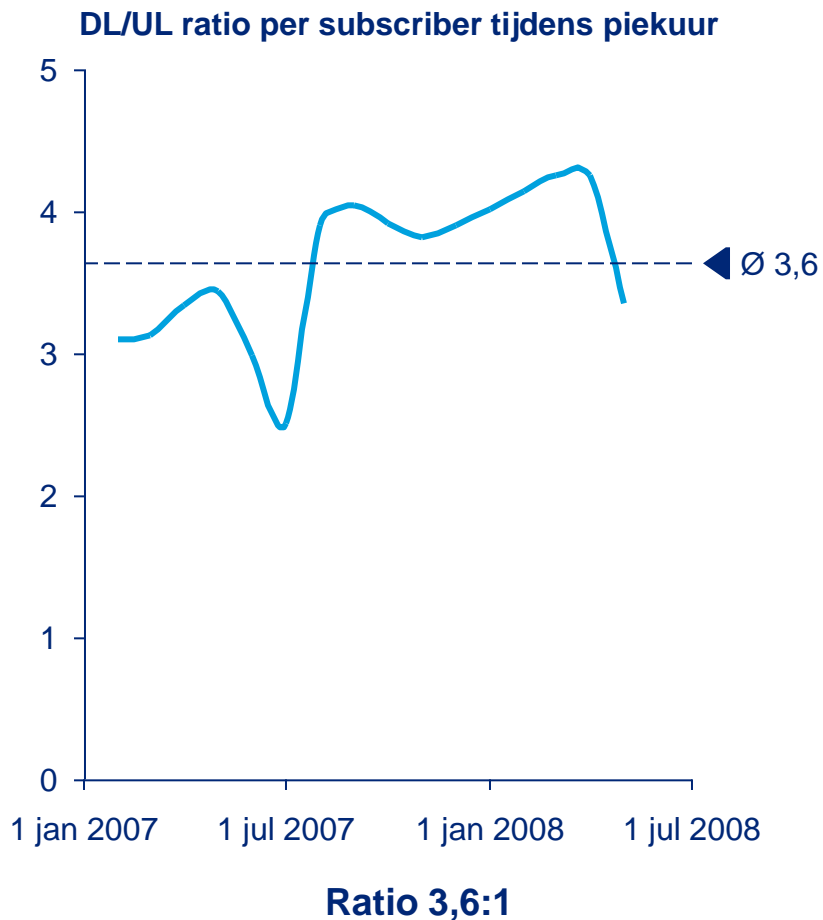
Opmerkingen

- Bandbreedtegebruik voor huishoudens met zeer hoog verbruik zou in 2013 op 74Mbps kunnen uitkomen - *Let op: dit betreft de benodigde snelheid in het (onwaarschijnlijke) geval dat alle toepassingen tegelijkertijd door een huishouden in gebruik zijn*
- Voor kabelabonnees is het gebruik minder aangezien TV diensten voor het merendeel over DVB-C (de kabel standaard) gaan en niet via IP (het internet). Voor DSL, FTTH en mobiele abonnees gaan deze diensten wel over IP
- De nu commercieel beschikbare verbindingen (120 Mbps) kunnen gebruik opvangen en zelfs de op nog langere termijn denkbare toepassingen als HD telepresence (24 Mbps) en real-time backup (2Mbps) kunnen ze aan

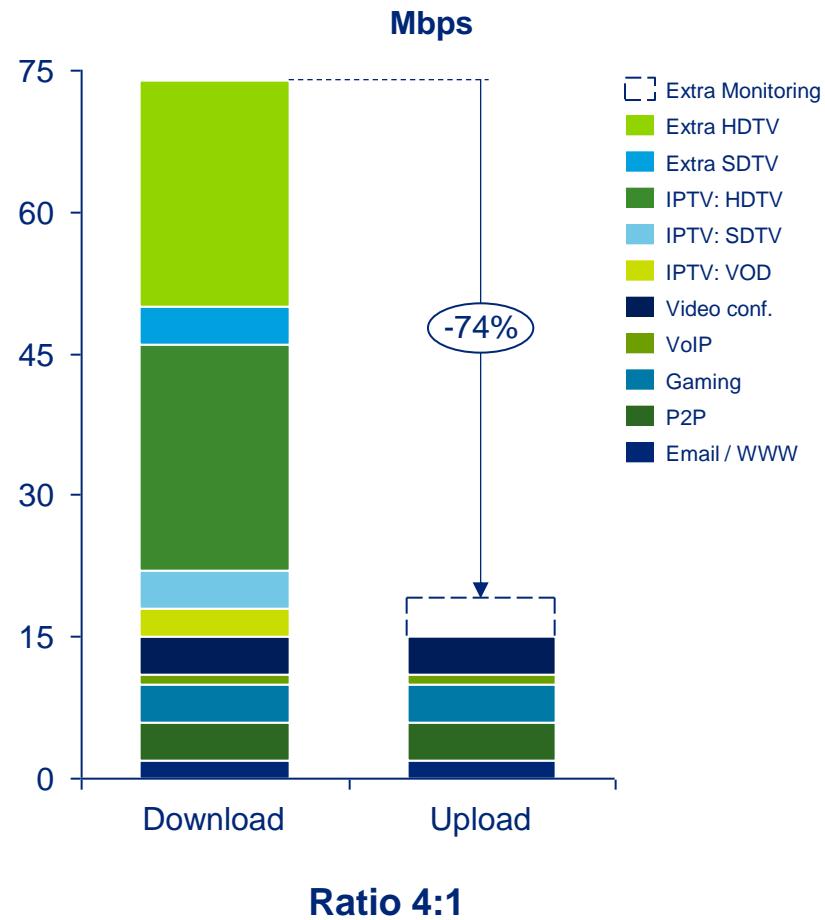
Bron: Forrester, Gartner, Motorola, AIT, Ofcom, Ziggo, TNO, Deloitte analyse

Behoefte aan uploadsnelheid in 2013 ligt hier aanzienlijk onder en is in lijn met huidige verhoudingen tussen down- en uploadsnelheden

Download- versus uploadsnelheid in de VS



Up en download per huishouden (2013)



Bron: Forrester, Gartner, Motorola, AIT, Ofcom, TNO, Deloitte analyse

Bandbreedte gebruik van huishoudens is inherent asymmetrisch

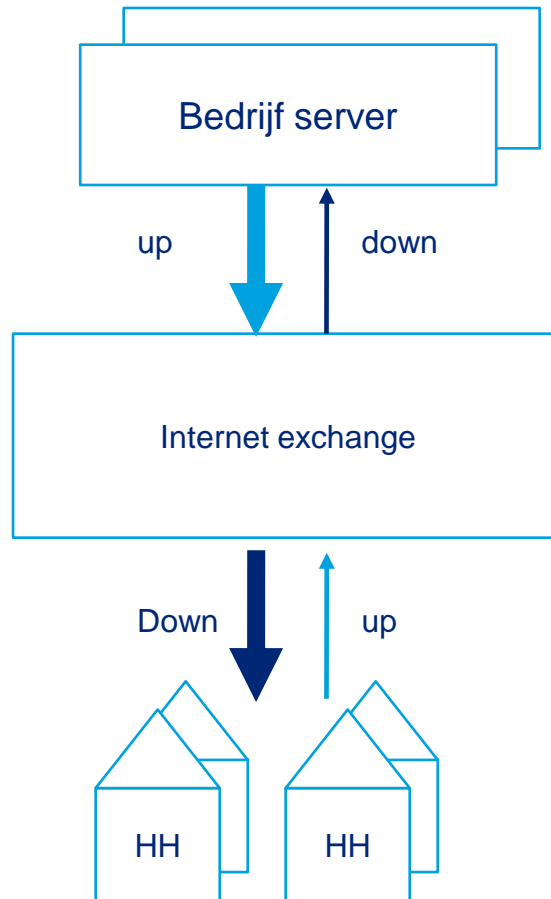
Weergave datagebruik vanuit een vraag- en aanbodperspectief

Ratio Down/Up

1:20*

1:1

4:1



Asymmetrisch
gebruik

- Bedrijven als nu.nl of Google hebben zware servers die met name informatie **uploaden** naar bezoekers

Symmetrisch
gebruik

- Internet exchange: down- en upload gelijk door vraag en aanbod van data

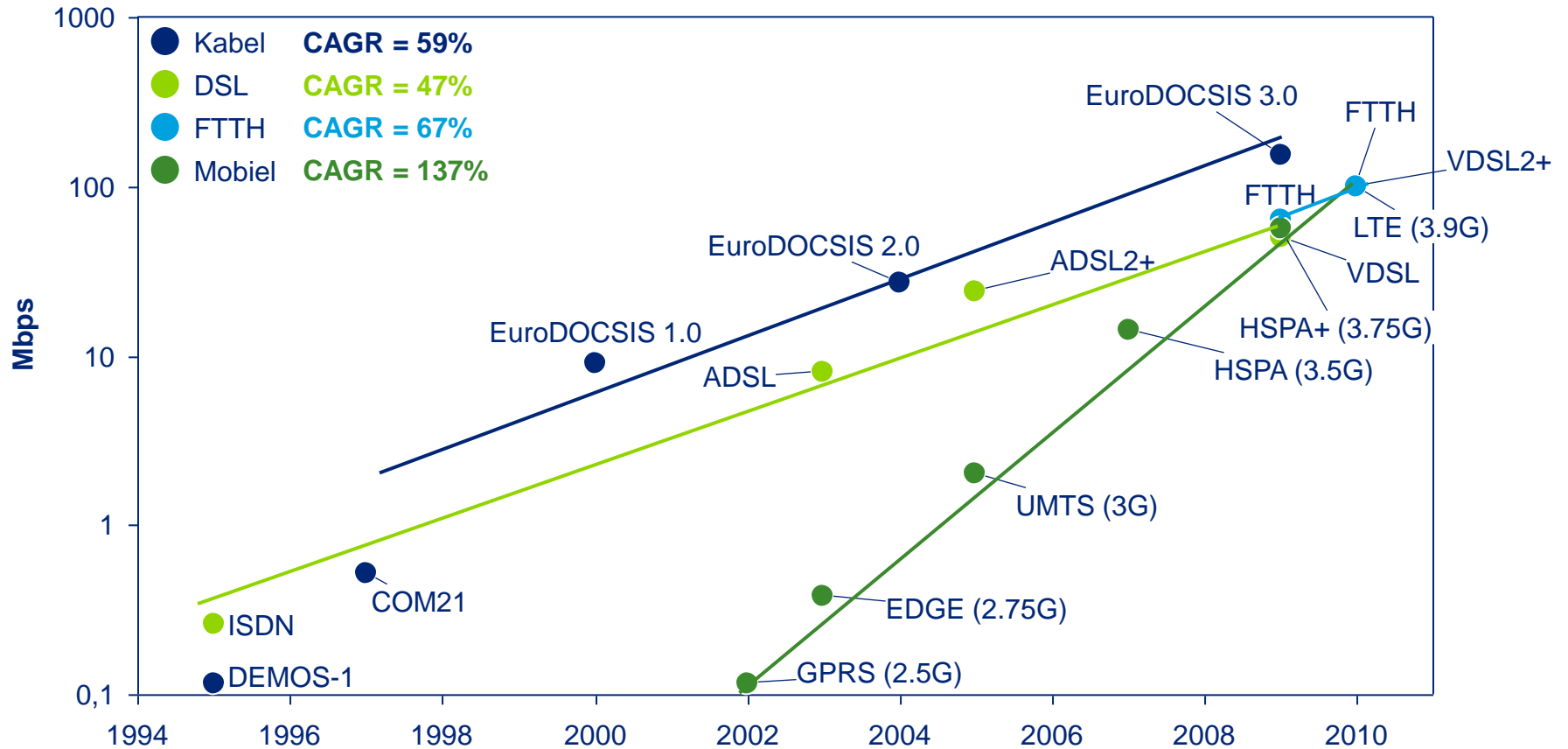
Asymmetrisch
gebruik

- Huishoudens **downloaden** met name en uploaden in veel mindere mate

•Indicatief

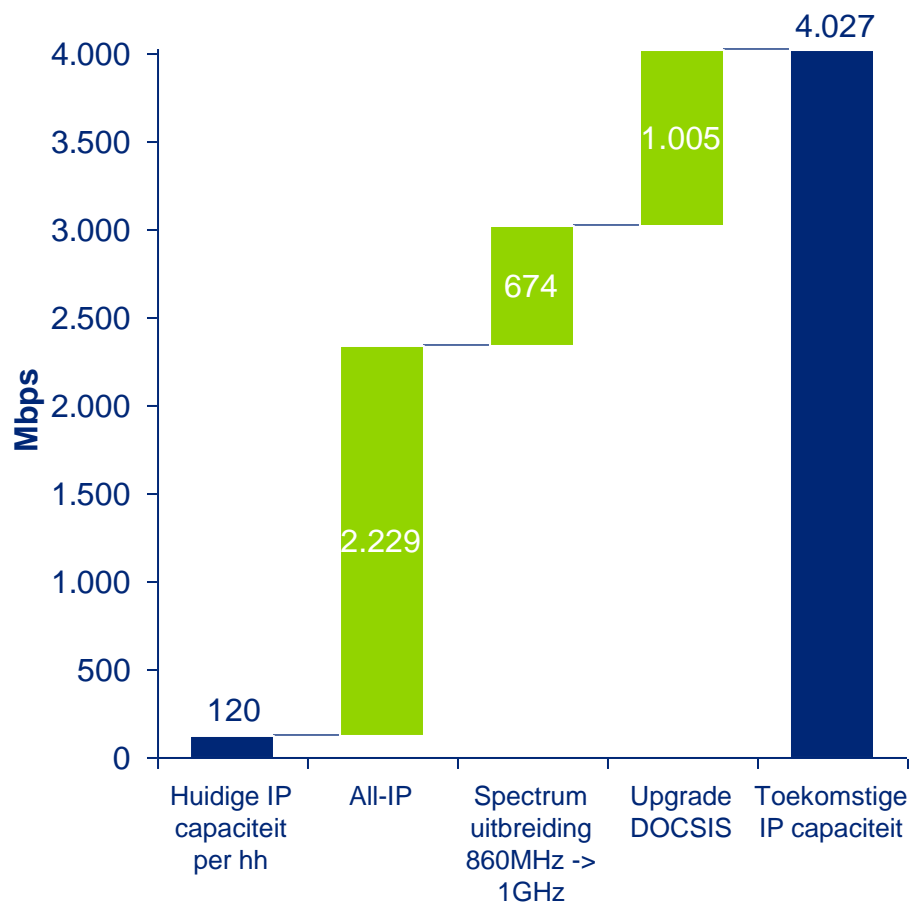
Aan de aanbodkant ontwikkelen snelheden voor alle technologieën zich al jaren exponentieel

Snelheidsontwikkeling per technologie



De verwachting is dat dit zal aanhouden waarbij bijvoorbeeld voor kabel de snelheid uiteindelijk tot 4 Gbps kan worden opgeschroefd

Snelheidsontwikkeling IP verkeer kabel



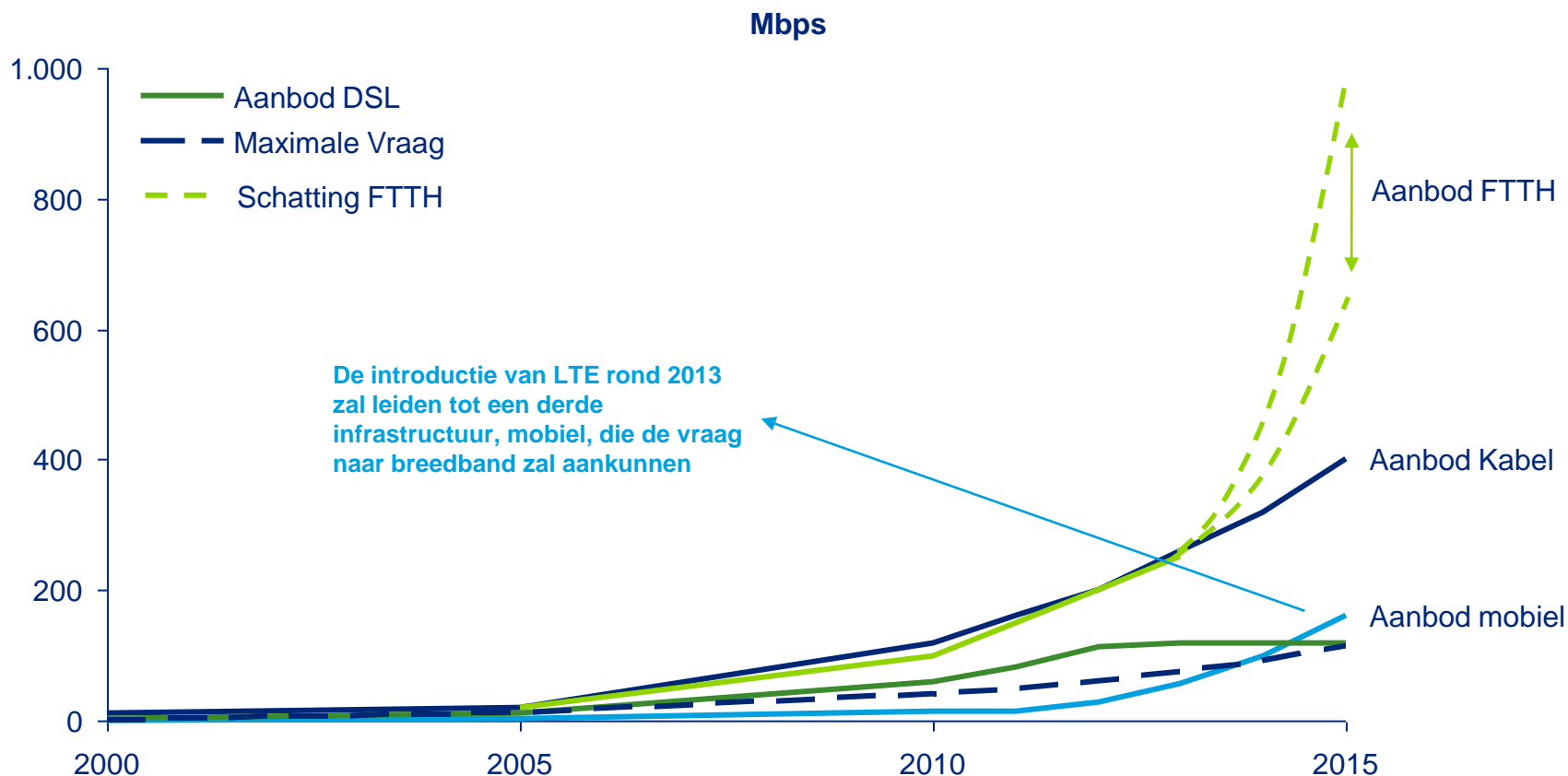
Aannames: huidig spectrum = 61 kanalen van 8MHz, uitbreiding spectrum levert 140MHz extra, modulatie DOCSIS 3.0 = 64QAM, modulatie opvolger DOCSIS 3.0 = 256QAM

Bron: Telecompaper, www.dvb.org, Deloitte analyse

- Op dit moment is de voor IP verkeer beschikbare snelheid op de kabel 120Mbps per huishouden
- Dit is echter nog maar een fractie van wat technisch mogelijk is op de kabel
- Door bijvoorbeeld analoge systemen en video m.b.v. DVB-C te vervangen door IP-varianten ("All-IP") wordt de capaciteit voor IP verkeer enorm vergroot (2229 Mbps); na een uitbreiding van het spectrum en een upgrade van DOCSIS wordt toekomstige IP capaciteit 4027Mbps of 4Gbps
- Deze 4Gbps kan in theorie per huishouden geleverd worden door middel van node splitting, praktisch is dit echter niet i.v.m. benodigde capex. De 4Gbps zal dus gedeeld worden door verscheidene huishoudens
- Er zijn ook nog andere technieken om zelfs deze snelheid te verhogen:
 - Implementatie van DVB-C2 zou een snelheidsverhoging van 30% opleveren (geldt niet bij all-IP)
 - Implementatie van MPEG-4 compressie geeft t.o.v. MPEG-2 een reductie van 35-50% in benodigde bandbreedte
 - Implementatie van variabele bit rates resulteert in geval van statische video in reductie benodigde bandbreedte

In de toekomst kan dus in de vraag naar capaciteit ruimschoots worden voldaan waarbij een derde breedbandinfrastructuur, mobiel, in opkomst is

Vraagontwikkeling en beschikbare maximale capaciteit infrastructuur



Bron: Deloitte analyse, Ericsson white paper: HSPA, the undisputed choice for mobile broadband, TeleGeography's Global Bandwidth Forecast Service, interviews met industry experts

Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| Inleiding analyse Nederlandse breedbandinfrastructuur | 2 |
| Samenvatting | 6 |
| 1. Huidige staat Nederlandse breedbandinfrastructuur | 8 |
| 2. Succesfactoren | 15 |
| 3. Toekomstvastheid Nederlandse breedbandinfrastructuur | 24 |
| Appendices | 33 |

Appendix - Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| A. Historische ontwikkeling breedbandinfrastructuur | 34 |
| B. Capaciteitsontwikkeling per infrastructuur | 36 |

De Nederlandse breedbandinfrastructuur heeft een sterke ontwikkeling doorgemaakt in de afgelopen jaren

Ontwikkeling breedband technologie en markt

| | ...1995 | | 2000 | | 2005 | | 2010 |
|------------------|--|--|---|---|---|---|---|
| Kabel | '95: Kabelaars bieden internet aan met DEMOS-1 | '98: Introductie snellere verbindingen COM21/Terayon | '99: Introductie EuroDOCSIS 1.0 | '02: 800.000 BB aansluitingen over kabel | '04: Introductie EuroDOCSIS 2.0 | | '08: Introductie EuroDOCSIS 3.0 |
| Koper/DSL | <'95: Telefoon-modem '95: ISDN '96: ISDN2 | '97-'98: Verdubbeling aantal ISDN aansluitingen naar 1,5 mln lijnen | '98: Europese regelgeving open netwerken | '00: Introductie ADSL | '03: Aantal ADSL aansluitingen groter dan aantal kabel aansluitingen | '09: Tele2 biedt VDSL aan in een beperkt aantal wijken | '10: KPN investeert in VDSL2 |
| FTTH | | | | '00: Start ontwikkeling FTTH | '04/'05: Start diverse lokale FTTH projecten | | '08: KPN neemt 41% belang in Reggefiber |
| Mobiel | '94: 1 ^e GSM net in NL | | '00: UMTS veiling | '02: GPRS beschikbaar | '04: Start uitrol UMTS | '05: Overname Telfort door KPN | '07: Overname Orange door T-Mobile '10: 2,6GHz veiling |

Bron: TNO, Handreiking 'goed op weg met breedband', Wikipedia, jaarverslagen

Noot: Breedband per Satelliet is buiten beschouwing gelaten. Aanbieder in NL is Astra2Connect

Appendix - Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| A. Historische ontwikkeling breedbandinfrastructuur | 34 |
| B. Capaciteitsontwikkeling per infrastructuur | 36 |

Er zijn 14 verschillende mogelijkheden om de capaciteit van het kabelnetwerk te verhogen, wat resulteert in snelheden tot 4 Gbps

Overzicht opties capaciteitsverhoging kabel

| | Beschrijving | Resultaten & implicaties | Bruikbaarheid | Termijn | Opmerkingen |
|--|--|--|---------------|------------|---|
| Uitbreiding spectrum | Uitbreiden spectrum van 860MHz naar 1GHz | Vervangen versterkers in netwerk | ● | Lang | Al gestart met vervangen versterkers |
| | Toepassen ultraband voor uitbreiding naar 3GHz | Installatie apparatuur | ○ | Lang | Veel ruimte nodig in straatkast, veel energie nodig |
| | Verminderen ongebruikt spectrum | Ongebruikte banden en guard banden terugschalen | ● | Kort | Al gestart |
| Uitbreiding passief netwerk | Node splitting | Minder gedeelde bandbreedte | ◐ | Kort | Opstap naar ETTH |
| | Uitbreiden glasvezel dieper in het netwerk | Glasvezel doortrekken tot laatste versterker | ● | Kort | Al gestart |
| | Vervangen coax door glasvezel | Vervangen coax, andere protocollen (bijv. radio freq. over glass (RFoG)) | ○ | Lang | Wordt niet overwogen door Ziggo of UPC, hoge capex |
| Toepassing actief equipment | DVB-C2 implementatie | 30% capaciteitsverhoging van een 8MHz kanaal. Vervanging set-top box. | ◐ | Middellang | Wordt nog niet overwogen door Ziggo |
| | Hogere modulatie | Vervangen modems zodat deze 128-QAM of 256-QAM aan kunnen | ● | Middellang | Dit zal onderdeel zijn van de volgende DOCSIS standaard |
| | Ethernet-to-the-Home (ETTH) | 1-10Gbps. Diepere verglazing netwerk en node splitting nodig. | ○ | Lang | Kan alleen bij afschakeling analoge services. Ziggo heeft pilot gestopt |
| | All-IP | Grote voordelen (bijv. switched video) DVB-C deel netwerk upgraden naar IP | ● | Lang | Lange termijn doel voor kabel |
| Verhogen efficiëntie spectrum-gebruik | Afschakelen analoge televisie | Levert 240MHz bandbreedte (ong.150 – 200 digitale kanalen of 1,2Gbps) | ◐ | Middellang | - |
| | Switched digital video (SDV) | Multicast kanalen alleen als er door een bepaalde groep om gevraagd wordt | ● | Middellang | - |
| | Variabele bit rate | Verminderen bit rate van statische video levert bandbreedte op | ◐ | Kort | Al gestart |
| | Compressie | Upgraden van MPEG-2 naar MPEG-4 levert 70-100% kanaal capaciteit. Vervanging set-top box | ● | Middellang | Al gestart |

Bron: Telecompaper; Deloitte analyse

DSL haalt maximaal 150Mbps na implementatie van VDSL2+ waarbij de afstand die het signaal over koper moet afleggen zo klein mogelijk moet zijn

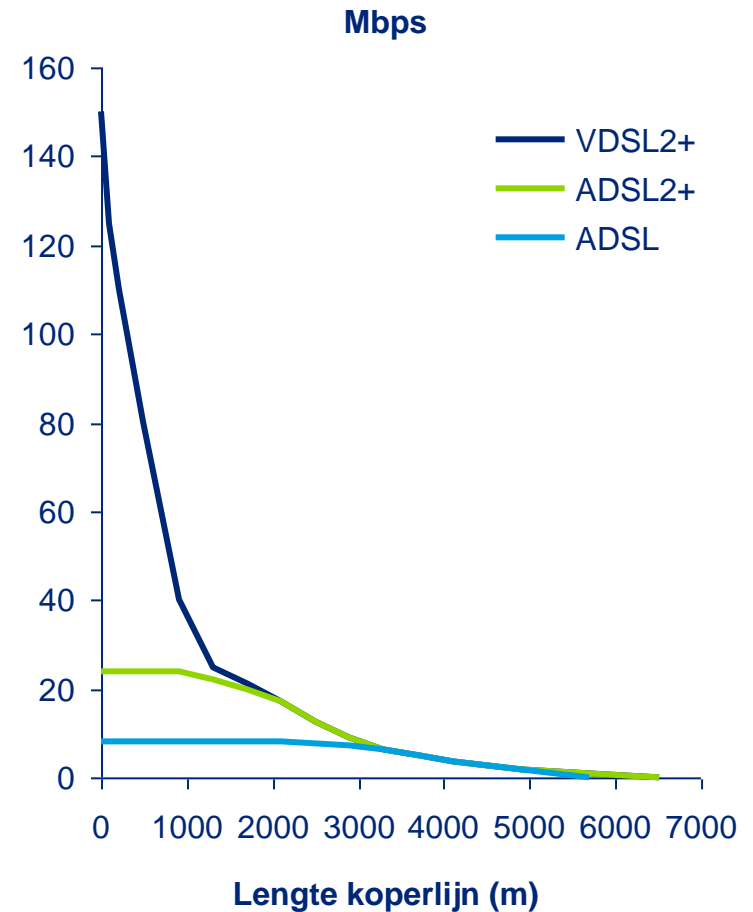
Overzicht opties capaciteitsverhoging DSL

Implementatie VDSL2+

- Het theoretisch maximum van VDSL2+ (overspraak van andere lijnen in acht genomen) ligt op 150Mbps DL / 80Mbps UL
- Na 1500m zijn de VDSL2+ snelheden vergelijkbaar met ADSL2+

Verkleinen van de afstand van signaaltransmissie over koper

- Naarmate de afstand die het signaal af moet leggen over koper toeneemt, neemt de maximaal haalbare snelheid af
- Verkorten van de afstand verhoogt de maximaal haalbare snelheid



Bron: Ikanos, Internode Systems, Deloitte analyse

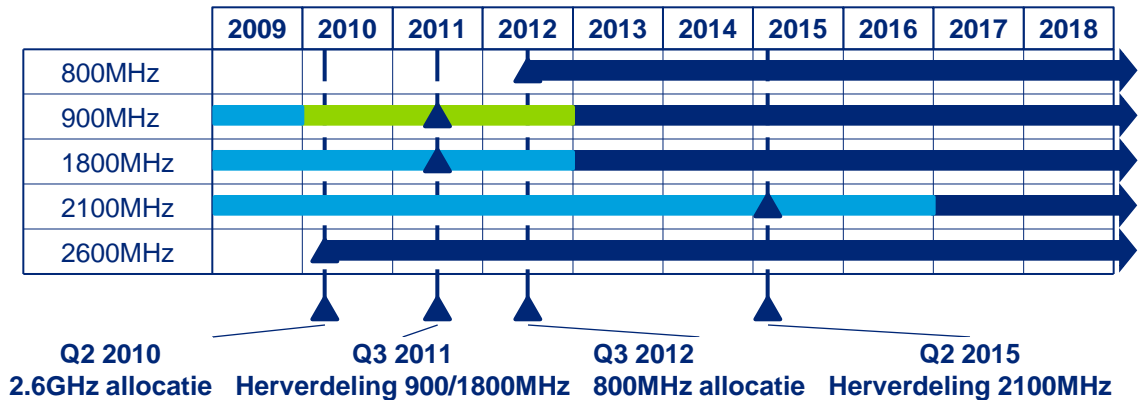
Potentiële FTTH snelheden zijn zeer hoog en worden vooral gelimiteerd door de apparatuur die bij de eindklant staan

Snelheid FTTH

- Op fiber kunnen zeer hoge transmissiesnelheden worden bereikt
- Zo worden op de zogeheten 'backbone' netwerken (verbindingen waarop veel verkeer is geaggregeerd, bijvoorbeeld voor transport van de US naar Europe) snelheden van honderden Gigabits (duizend Mbps) per seconde gehaald
- Er zijn nu al optische producten op de markt met een snelheid van meer dan 1Tbps (1 miljoen Mbps). Onderzoek heeft dataoverdracht van meer dan 15 Tbps aangetoond
- Deze producten zijn echter vooral bestemd voor de hierboven genoemde backbone netwerken, locale access snelheden zullen daar voorlopig ver onder blijven
- Op dit moment kan in de huidige FTTH netwerken de klantapparatuur snelheden tot 100Mbps aan. Om tot hogere snelheden te komen is een upgrade nodig van deze apparatuur
- Voor een dergelijke upgrade dient de apparatuur bij elk huishouden waar FTTH nu wordt geleverd vervangen te worden

HSPA evolution, LTE en LTE advanced verhogen de pieksnelheid van mobiel naar 1Gbps, praktisch haalbaar is max. 100Mbps in 2015

Spectrum roadmap Nederland



- LTE(advanced) is vanwege licentievoorwaarden op dit moment alleen mogelijk op 2.6GHz
- Het voornemen is om 900/1800/2100 MHz technologie neutraal te maken zodat ook hier LTE (advanced) uitgerold kan worden

Technologie roadmap



GPRS – 0,1 Mbps

EDGE – 0,4 Mbps

UMTS – 2 Mbps

HSPA –14 Mbps

- Theoretische snelheden:
HSPA evolution – 56 Mbps down
LTE – 160 Mbps down / 50 Mbps UL
LTE advanced – 1000+ Mbps down
- Bij UMTS en HSPA werd de maximum snelheid 5 jaar na commerciële beschikbaarheid bereikt. Verwachting is dat LTE pas eind 2010 in NL uitgerold gaat worden. 160Mbps zou dan in 2015 beschikbaar kunnen zijn

Bron: 'Visie Mobiele Communicatie', NFO 29-10-2009

Contact details

Ir. R.J.A. Groeneveld
Ir. M.F. van Lieshout

Deloitte Consulting B.V.
Strategy & Operations
Laan van Kronenburg 2, 1183 AS Amstelveen, the
Netherlands
Tel/Direct: +31 (0)88 288 2888
www.deloitte.nl

Deloitte.