

# 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](http://www.dvb.org)  
[www.speedtest.net](http://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

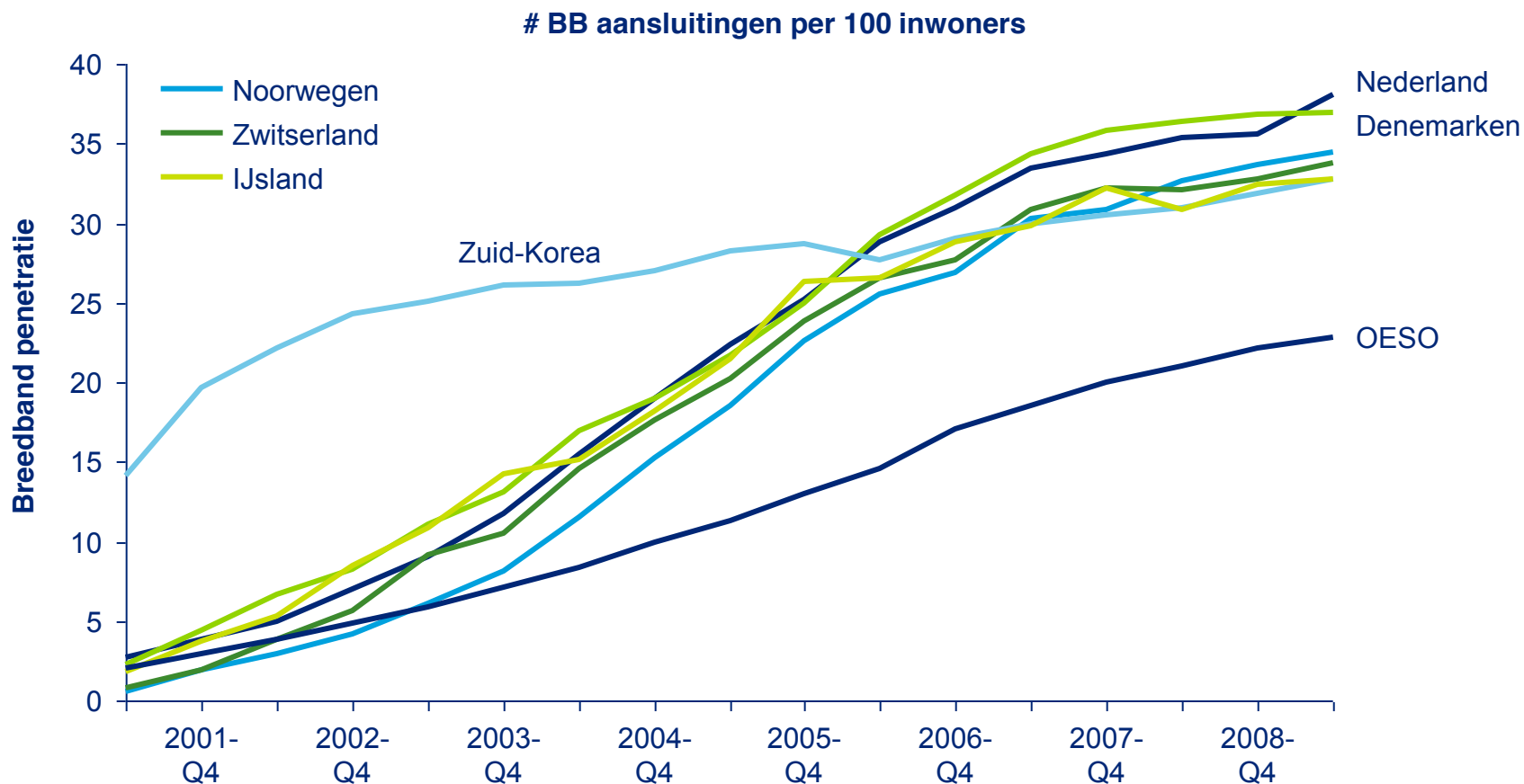
Samenvatting	Observaties
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nederland heeft in vergelijking met andere landen een zeer goede breedband infrastructuur</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nederland behoort al jaren tot de wereldtop op het gebied van breedbandpenetratie en snelheden</li>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

# Inhoudsopgave

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



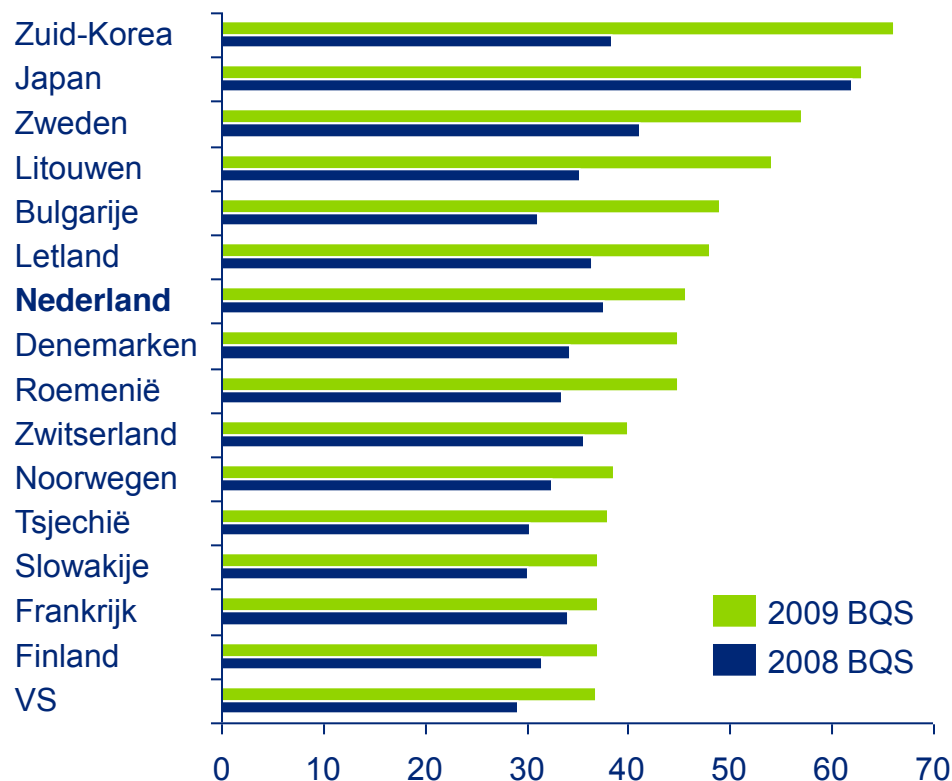
# Nederland behoort al jaren tot de wereldtop op het gebied van breedbandpenetratie



Bron: OESO

# Ook qua gerealiseerde snelheden en latentie scoort Nederland hoog

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



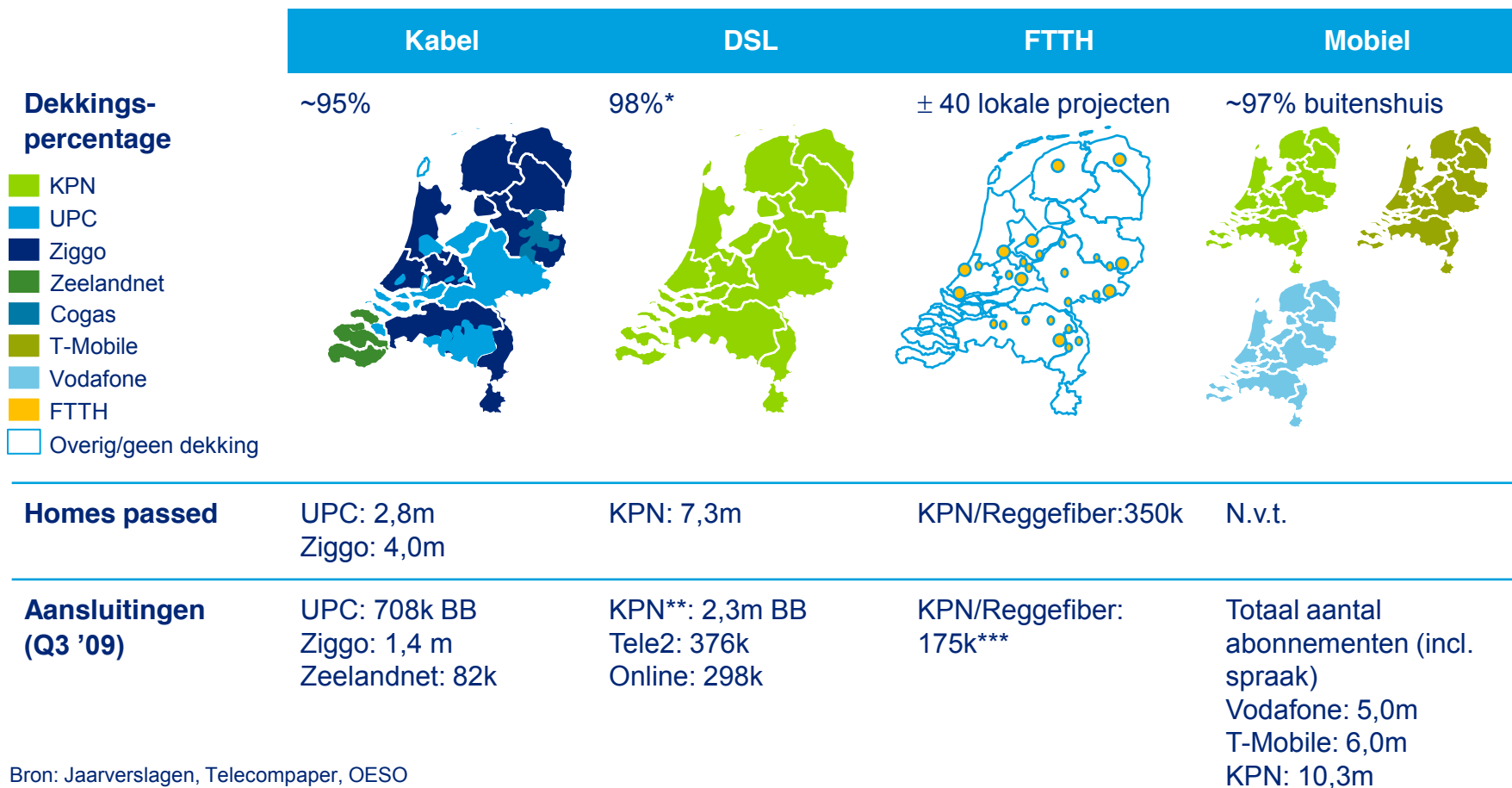
- De Broadband Quality Score (BQS) wordt berekend aan de hand van genormaliseerde waarden van drie criteria:
  - Downloadsnelheid
  - Uploadsnelheid
  - Latentie
- Deze drie factoren zijn middels wegingsfactoren afgemeten tegen de vereisten van hedendaagse en toekomstige (3-5 jaar) applicaties
- De BQS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

## Huidige staat breedbandinfrastructuur



Bron: Jaarverslagen, Telecompaper, OESO

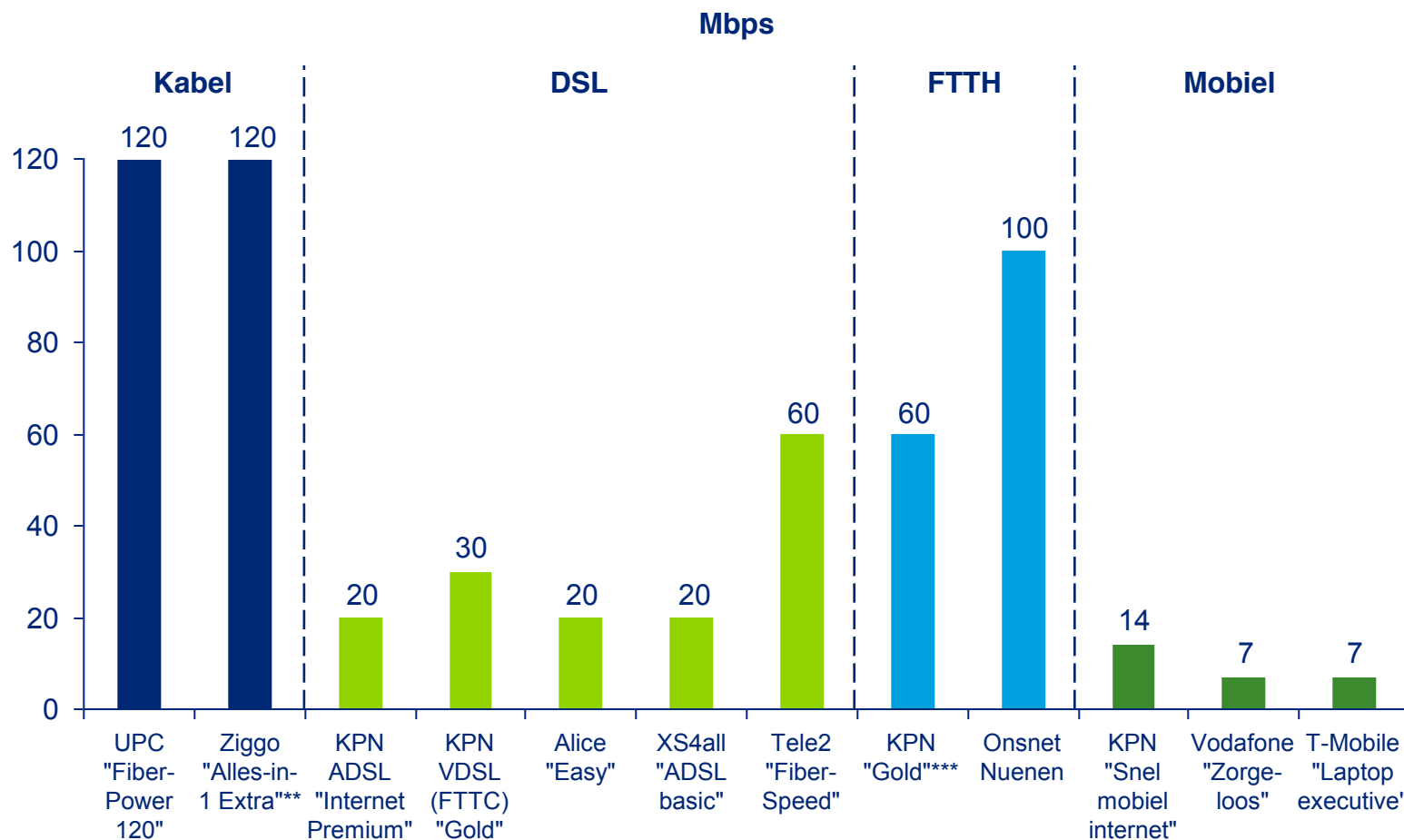
\*OESO

\*\* 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\*



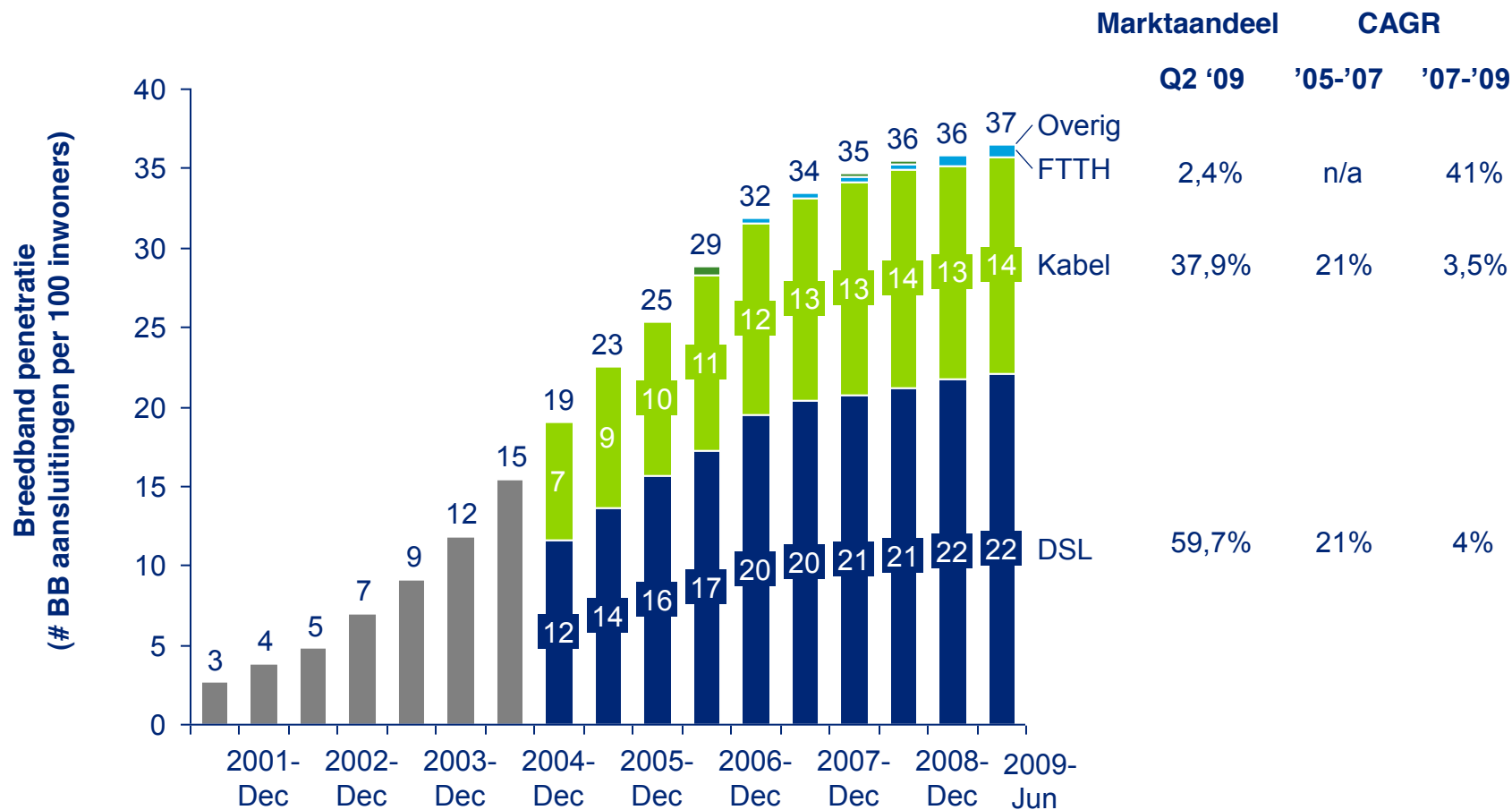
\* Producten voor consumenten, dd jan 2010 \*\* Nog beperkt verkrijgbaar op deze snelheid

\*\*\* 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

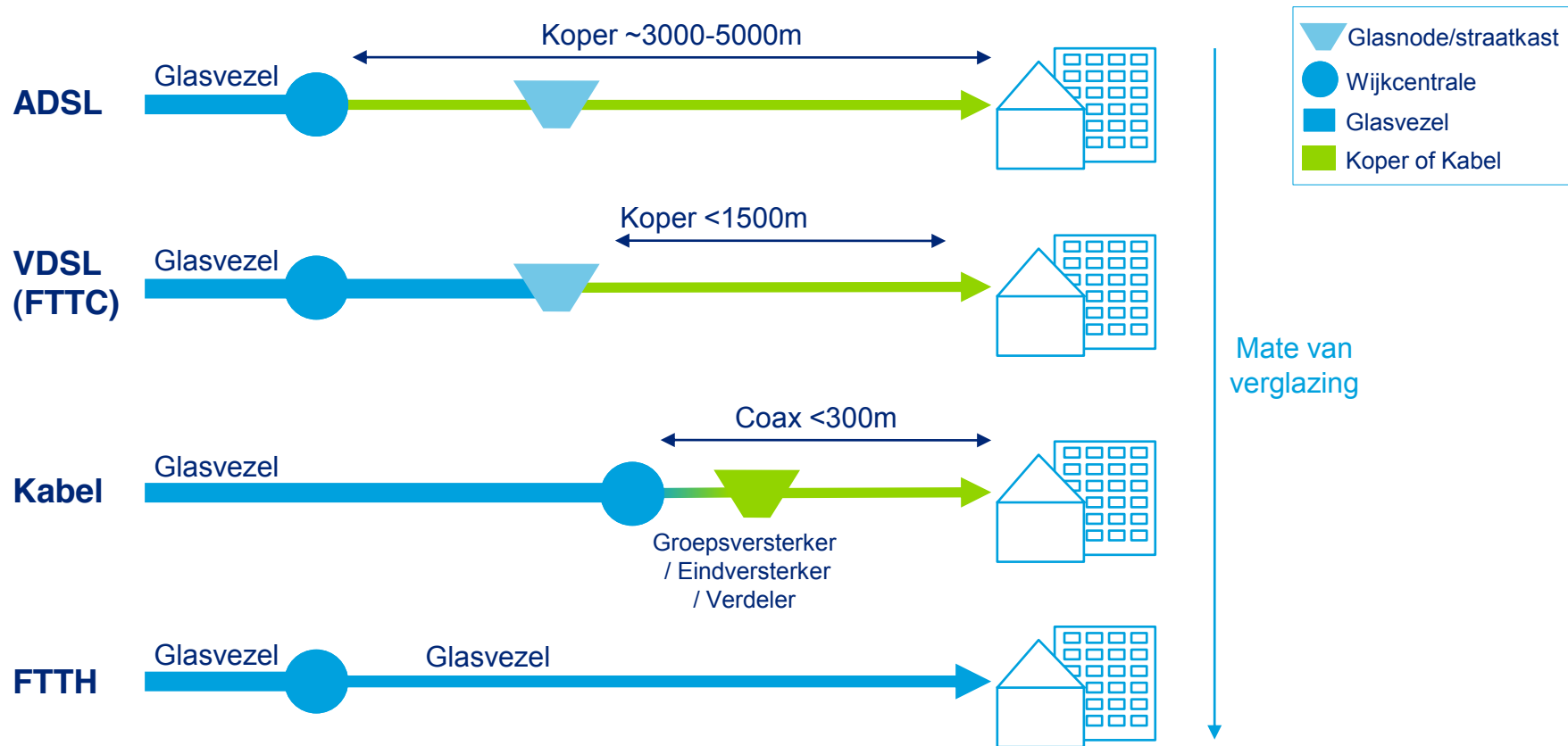


Bron: CBS, Telecompaper

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

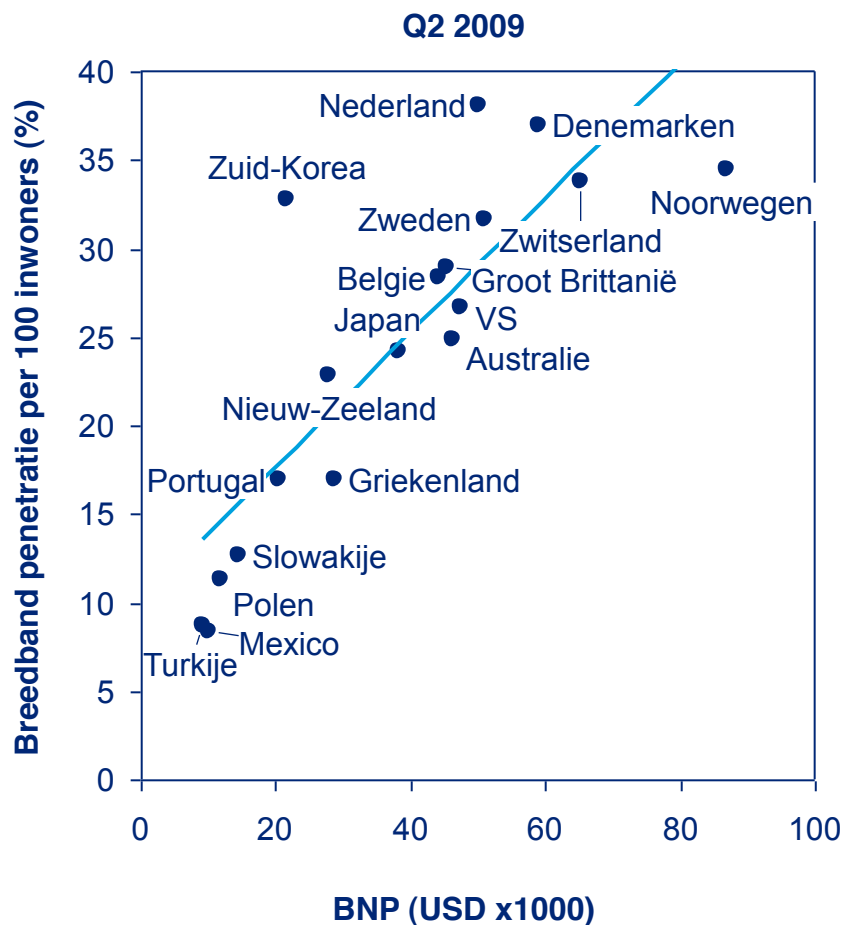


# Inhoudsopgave

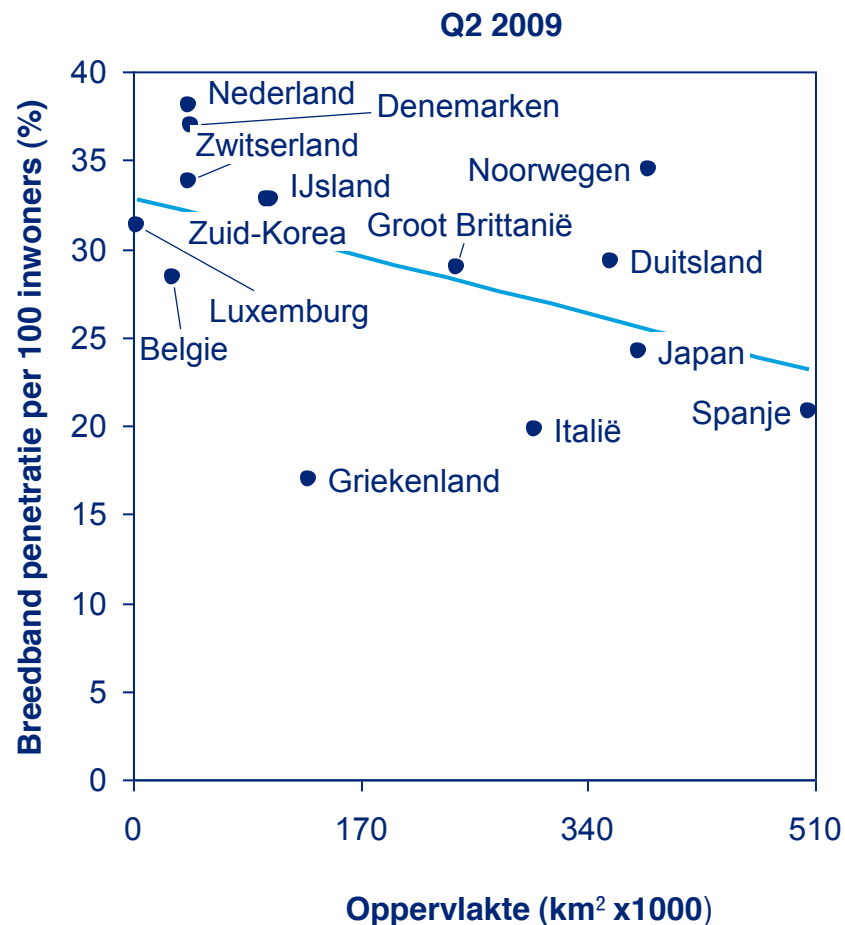
Inleiding analyse Nederlandse breedbandinfrastructuur	2
Samenvatting	6
1. Huidige staat Nederlandse breedbandinfrastructuur	8
2. Succesfactoren	15
3. Toekomstvastheid Nederlandse breedbandinfrastructuur	24
Appendices	33

# 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

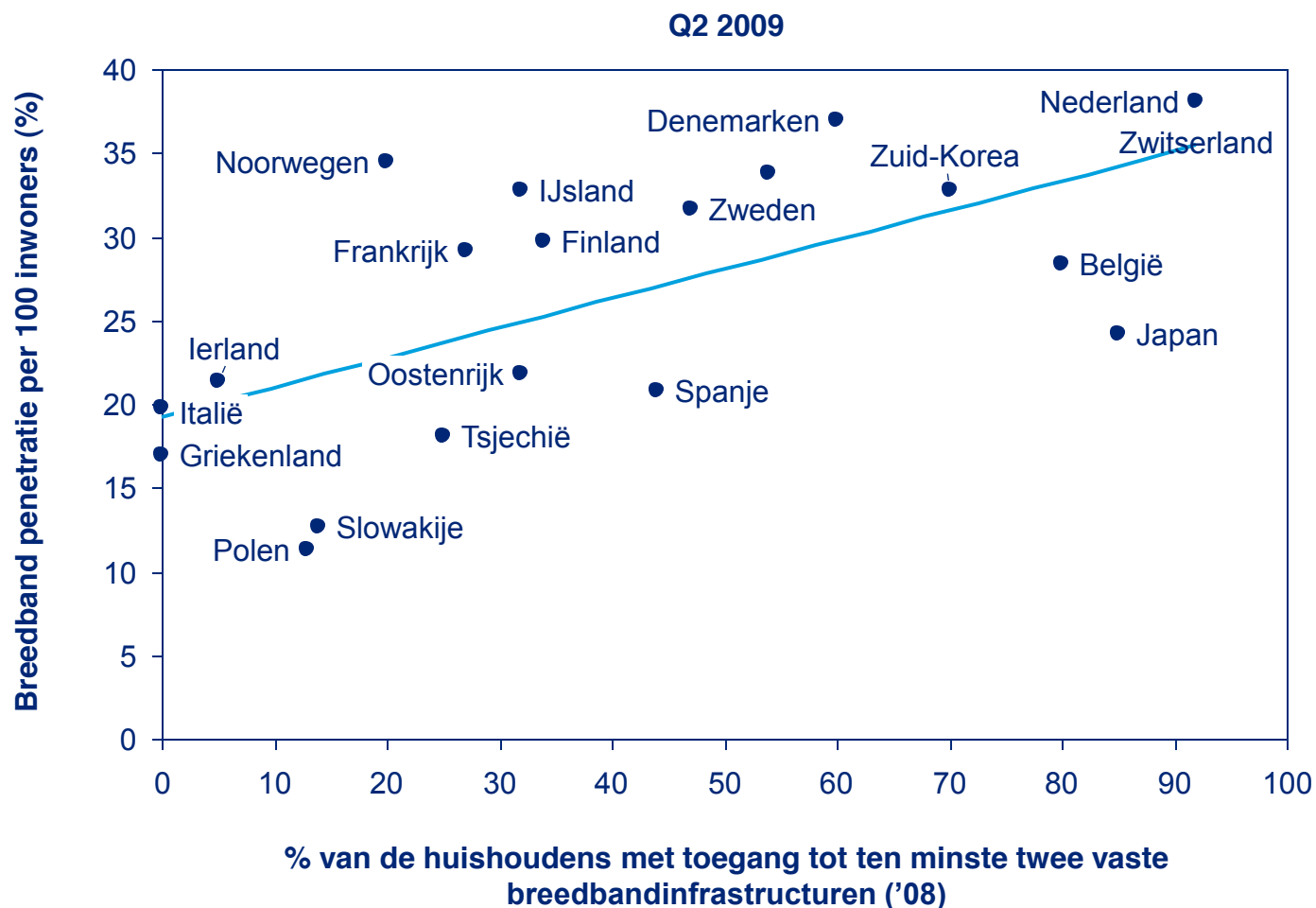


Bron: UN-Habitat, OESO, World Bank: World Development Indicators Database



# 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

- 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

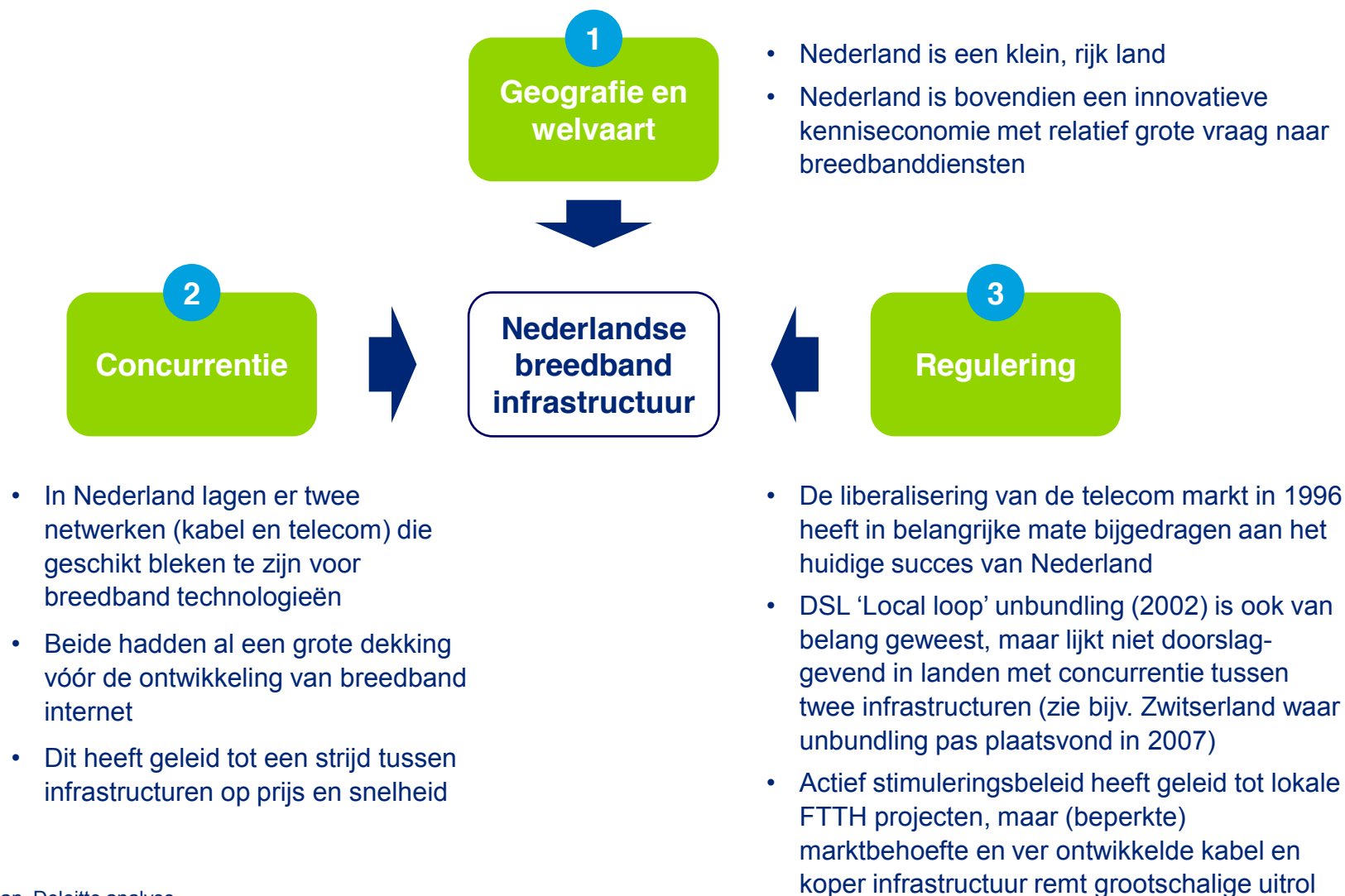
- Klein, rijk land met hoge toegang tot twee alternatieve infrastructuren
- Zware concurrentie tussen traditionele kabel- en DSL aanbieders
- Geen overheidsinvesteringen in infrastructuur
- Overheid heeft vooral gestuurd op concurrentie tussen infrastructuren
- Late openstelling van 'local loop', pas in 2007 afgedwongen
- Impact door overheid afgedwongen openstelling van het DSL netwerk in 2007 lijkt gering: breedbandontwikkeling was al succesvol voor openstelling

## Zuid-Korea

- 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

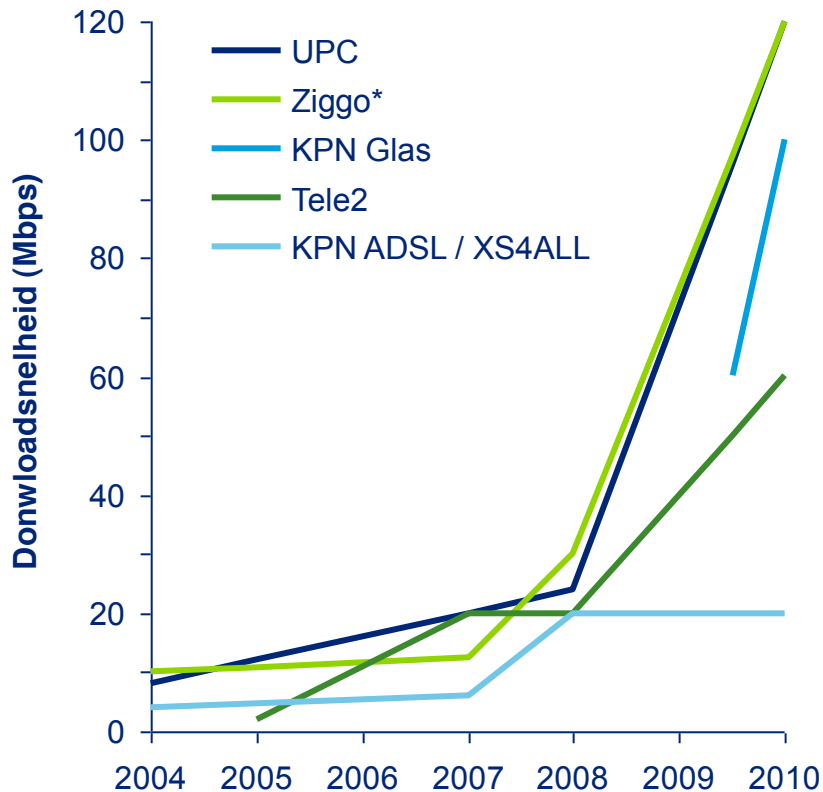
# Nederland heeft alle succesfactoren voor hoge breedbandpenetratie: het is een klein, rijk land met een concurrerende markt en infrastructuur



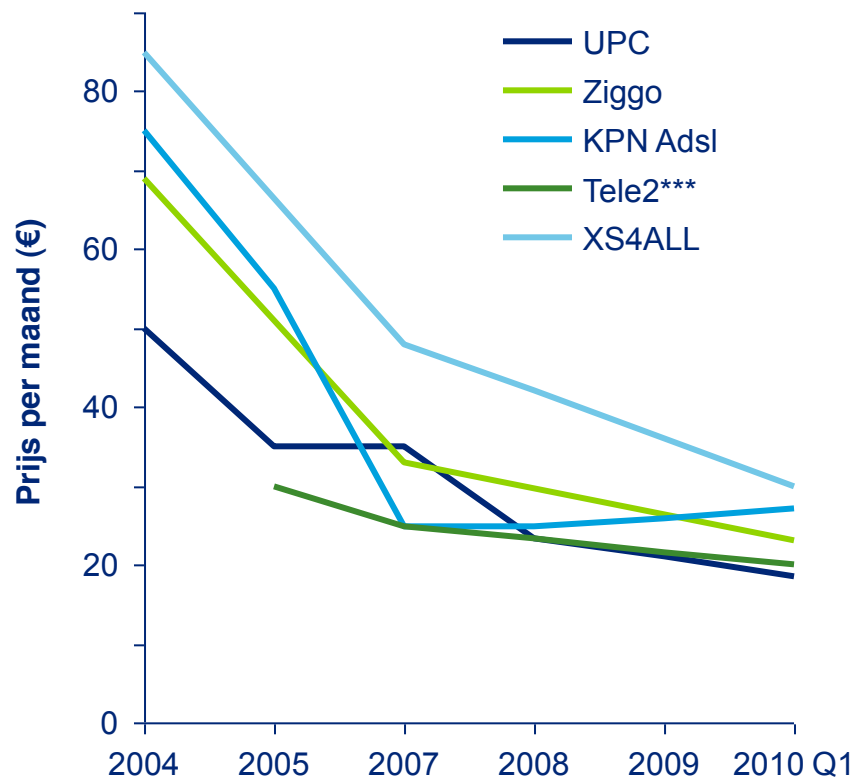
Bron: Berkman, Deloitte analyse

# 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

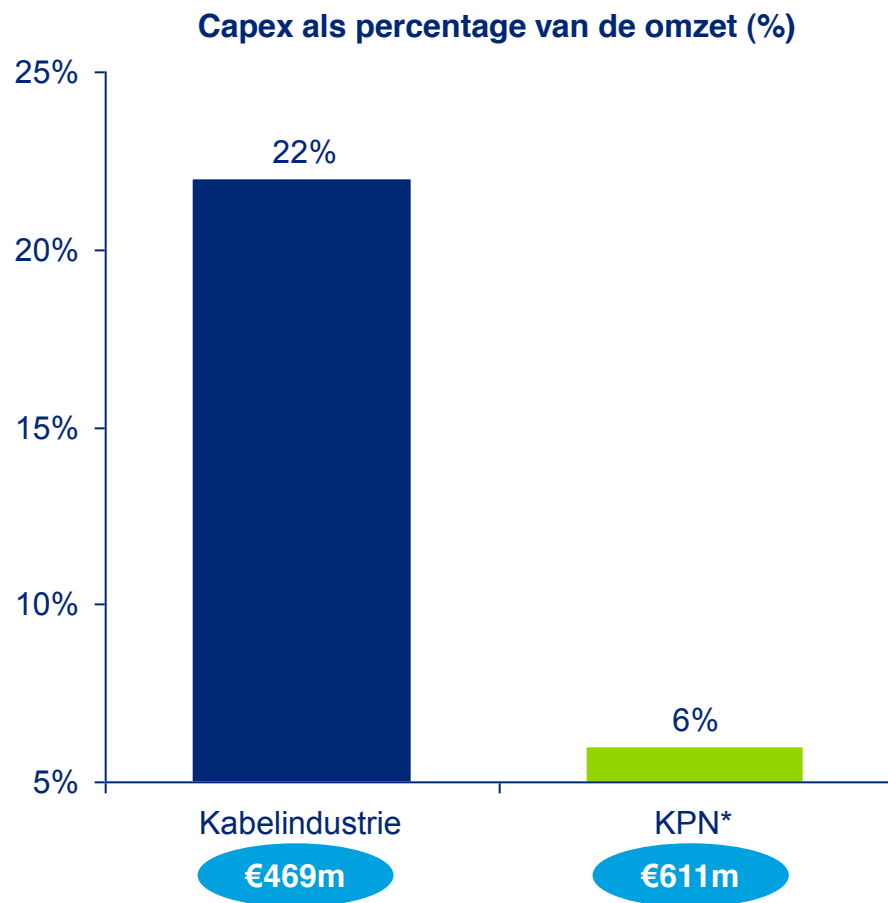
\*Ziggo voor 2008: Multikabel, @Home, Casema

\*\*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



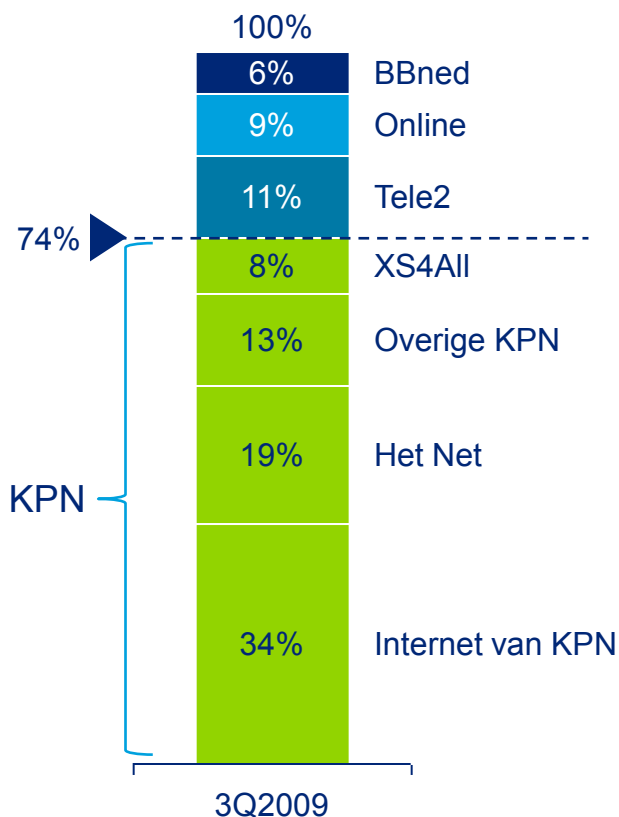
- Gerapporteerde capex door kabelindustrie in 2008 bedragen €469m
- Gerapporteerde investeringen door KPN in wholesale en operations in Nederland in 2008 bedragen €611m

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

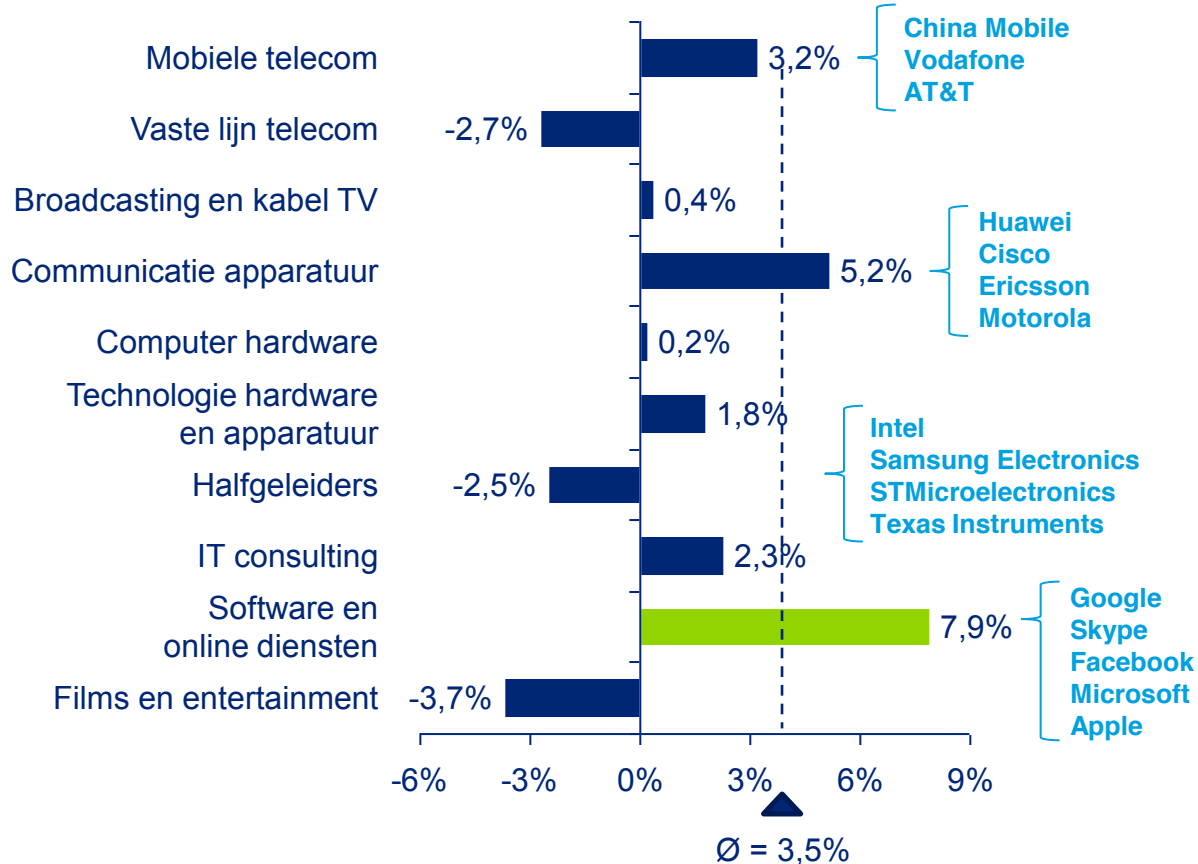
\* Overname Telfort betrof op dat moment alleen mobiele klanten

\*\* 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

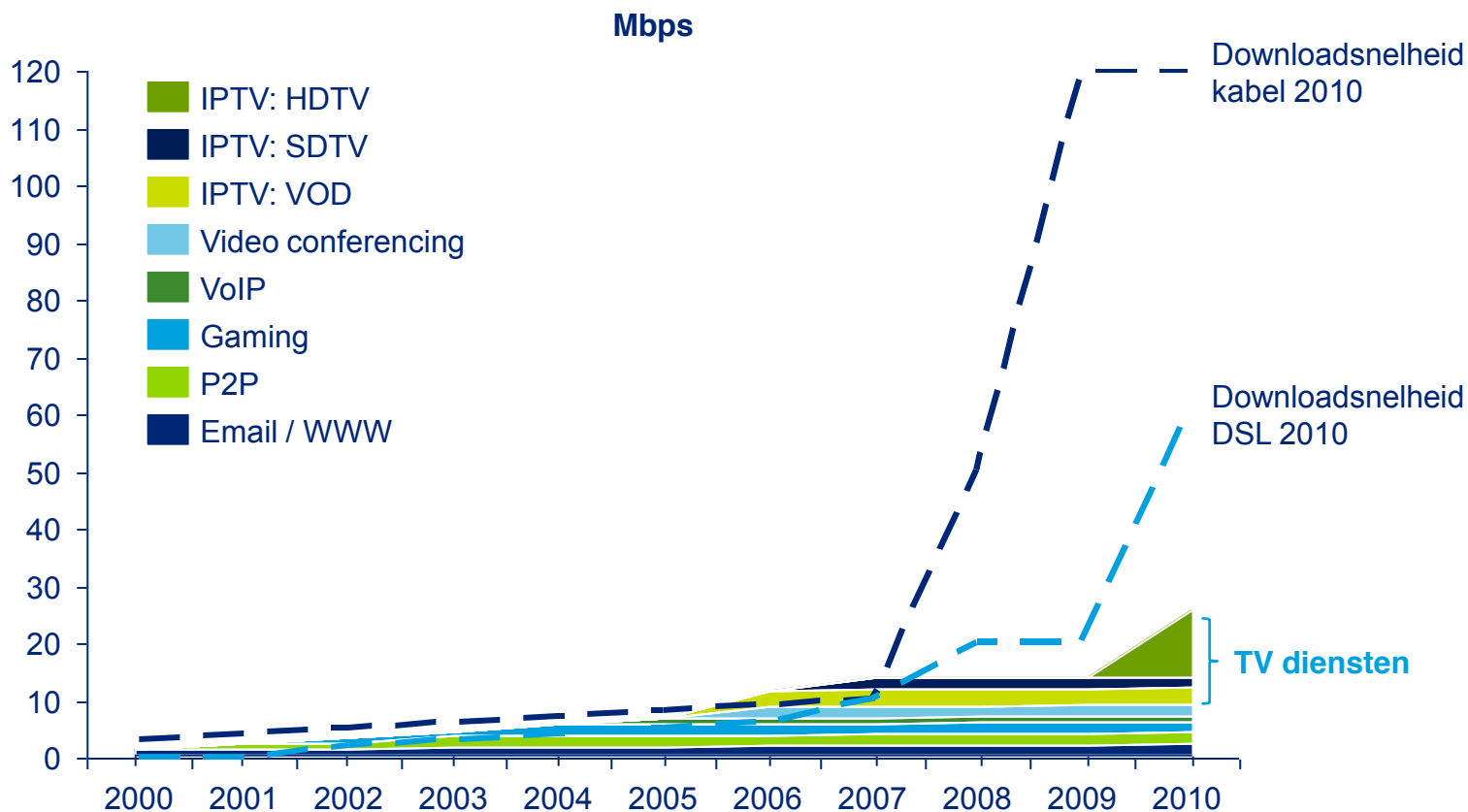
# Inhoudsopgave

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

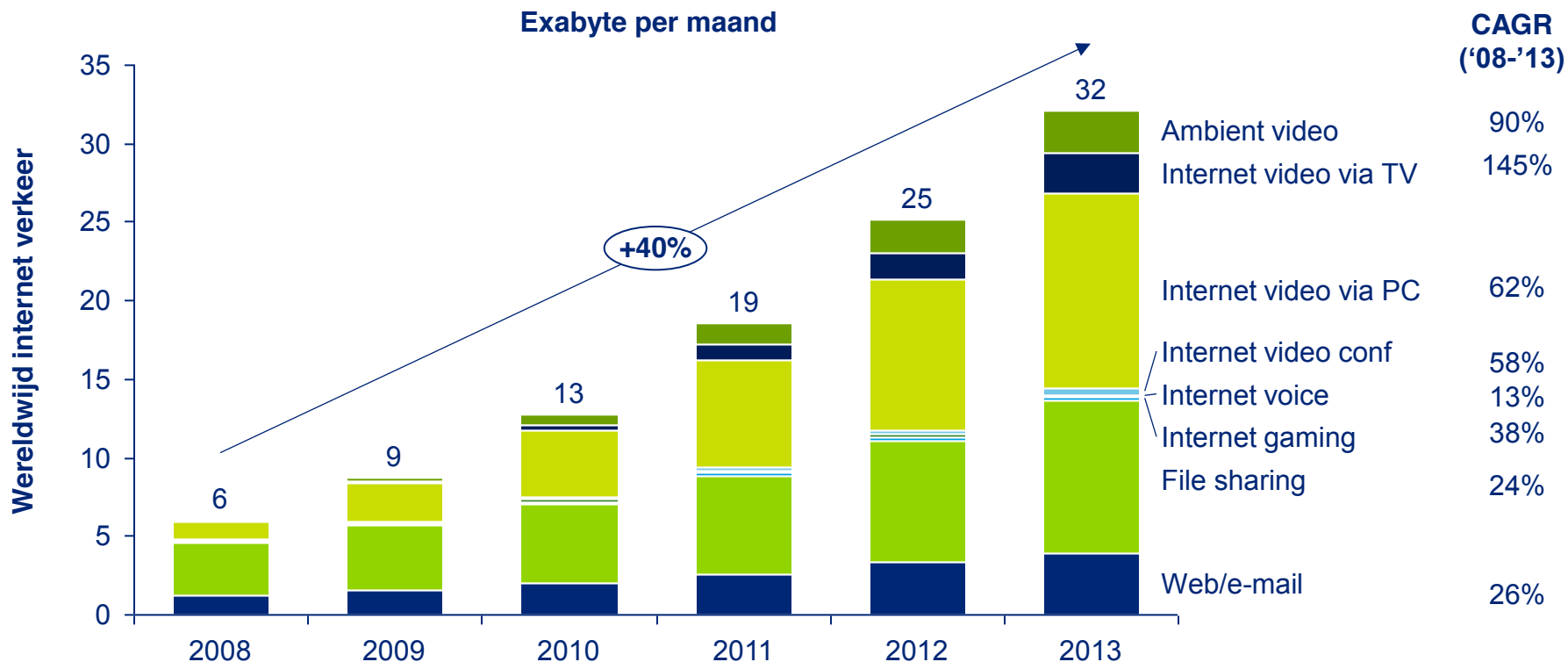
## Ontwikkeling bandbreedte gebruik versus aanbod



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

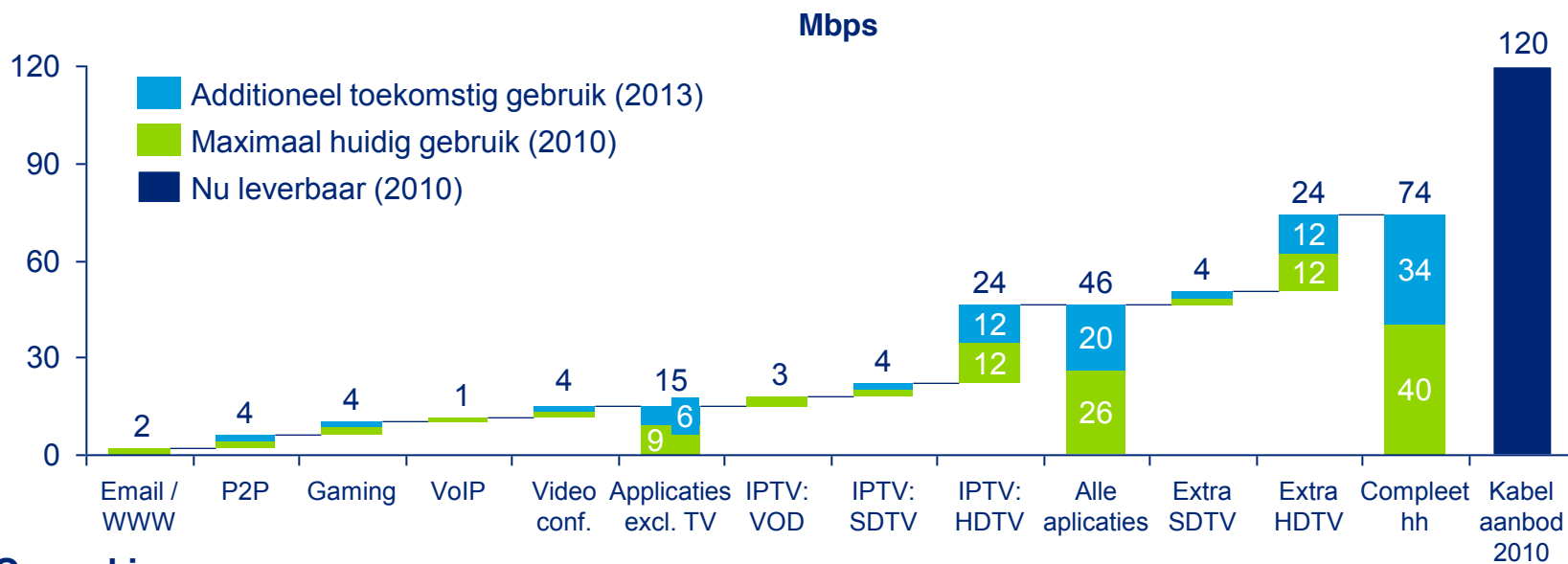


Ambient Video: nannycams, petcams, home security cams, en andere constante video streams  
 Internet Video via TV: gratis of betaal-TV of VoD via Internet afgespeeld op een TV d.m.v. een media box  
 Internet Video via PC: gratis of betaal-TV of VoD afgespeeld op een PC, zonder P2P video downloads  
 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)



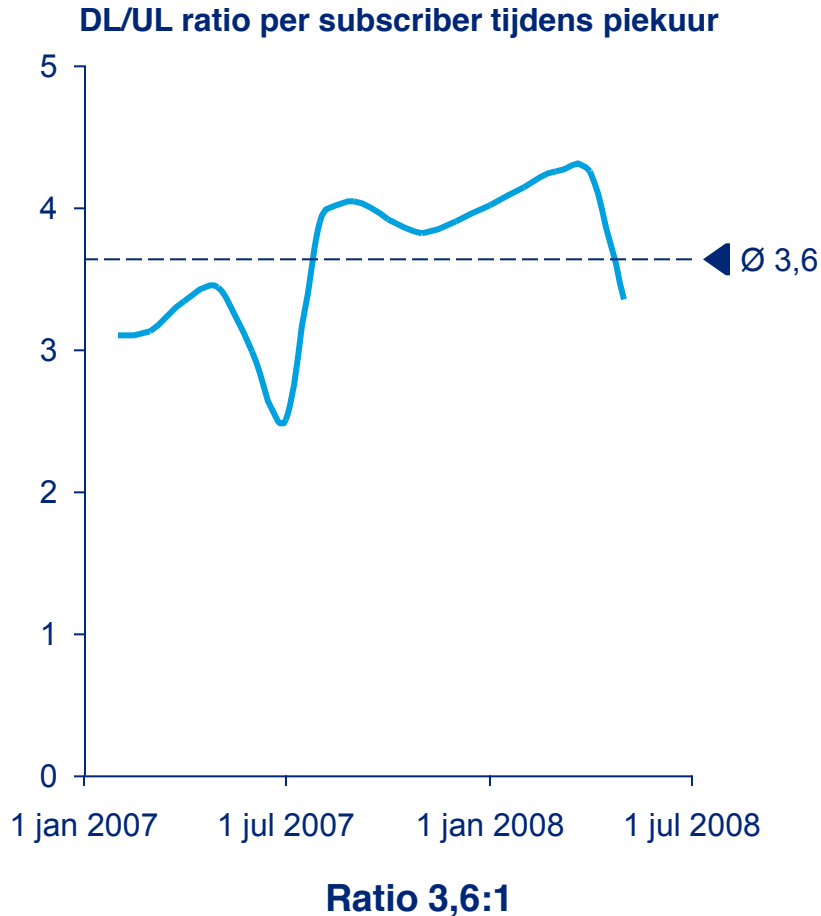
## Opmerkingen

- 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

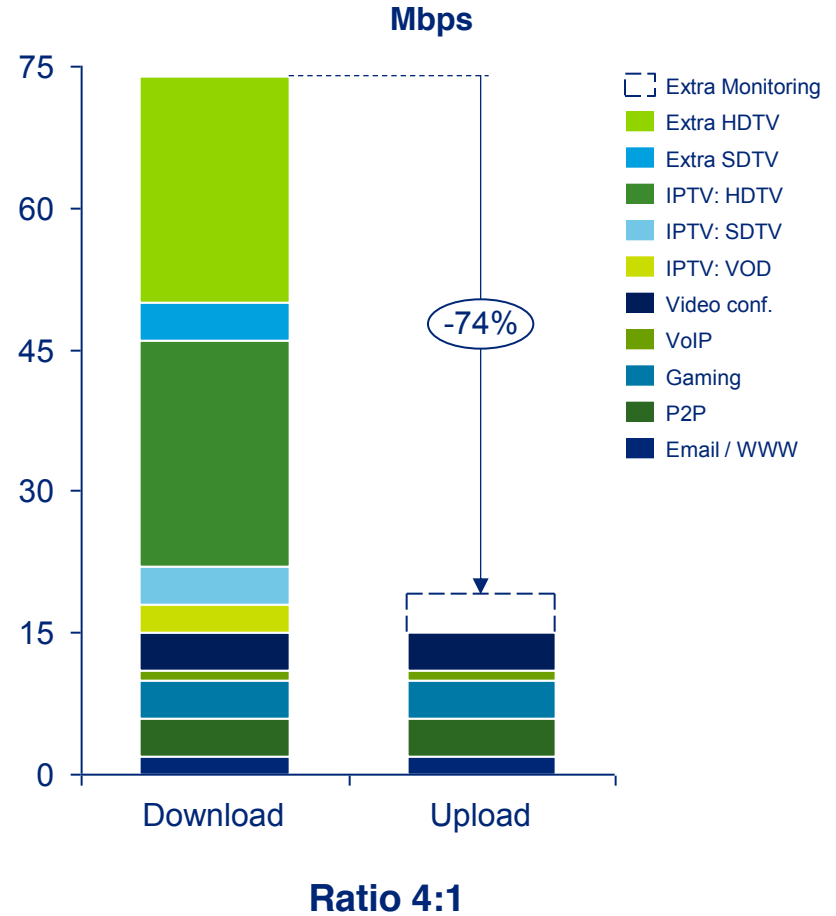
Bron: Forrester, Gartner, Motorola, AIT, Ofcom, Ziggo, TNO, Deloitte analyse

# 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

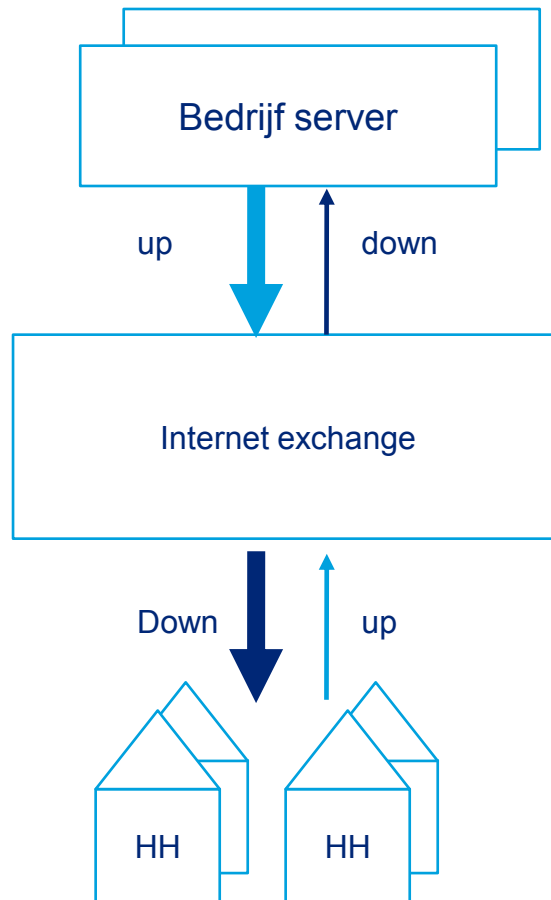
## Weergave datagebruik vanuit een vraag- en aanbodperspectief

### 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

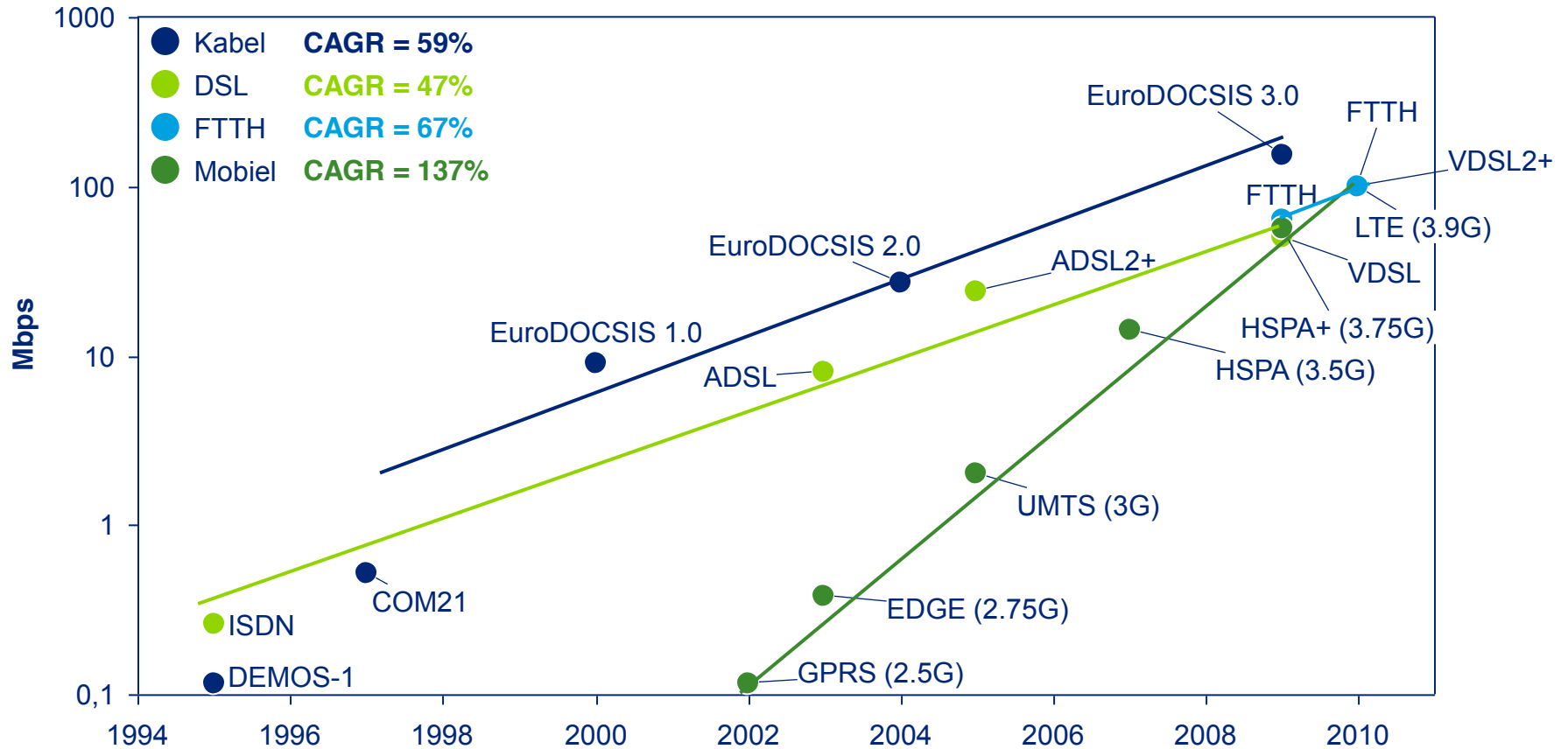
Asymmetrisch gebruik

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

•Indicatief

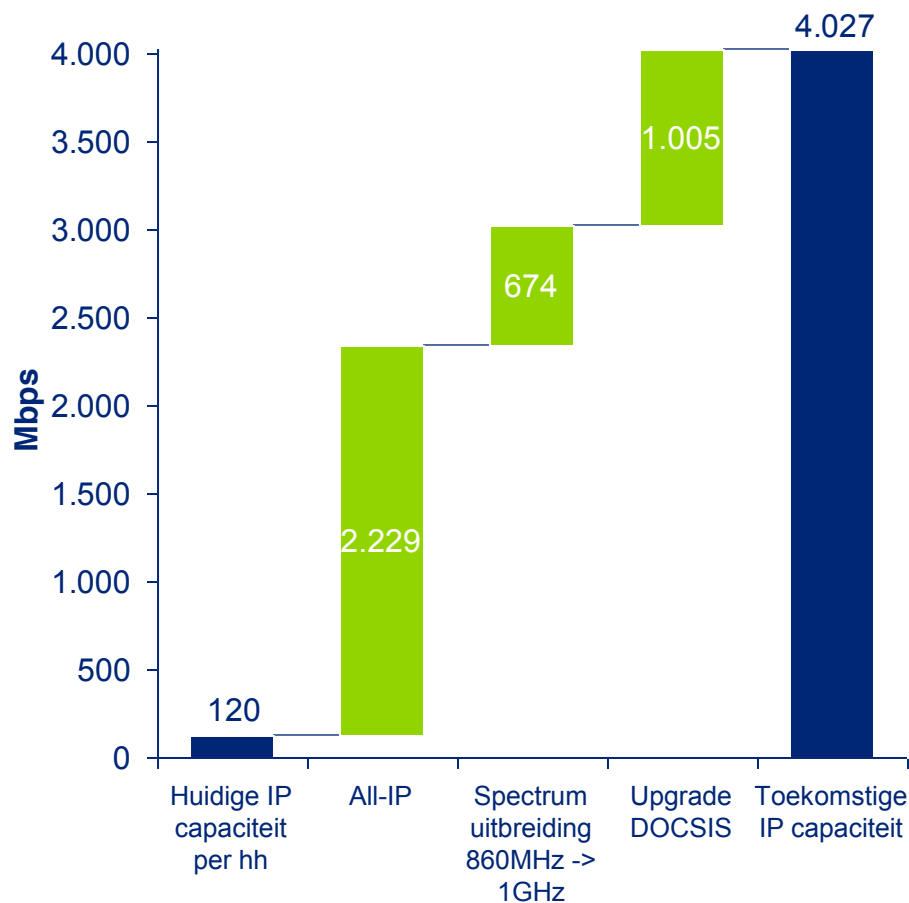
# Aan de aanbodkant ontwikkelen snelheden voor alle technologieën zich al jaren exponentieel

## 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

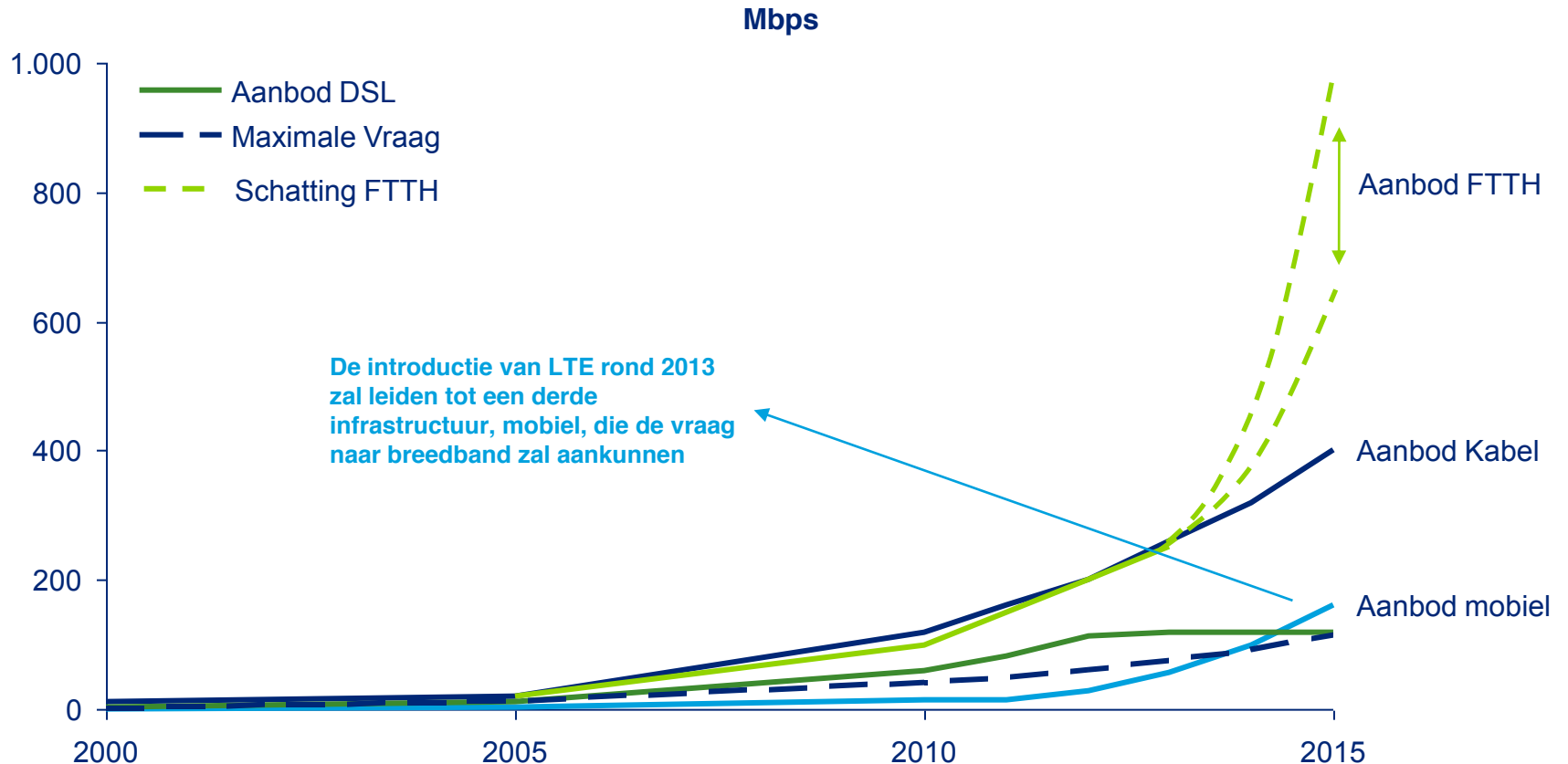


Aannames: huidig spectrum = 61 kanalen van 8MHz, uitbreiding spectrum levert 140MHz extra, modulatie DOCSIS 3.0 = 64QAM, modulatie opvolger DOCSIS 3.0 = 256QAM  
Bron: Telecompaper, www.dvb.org, Deloitte analyse

- 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
<b>Kabel</b>	'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
<b>Koper/DSL</b>	<'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
<b>FTTH</b>				'00: Start ontwikkeling FTTH	'04/'05: Start diverse lokale FTTH projecten		'08: KPN neemt 41% belang in Reggefiber
<b>Mobiel</b>	'94: 1 <sup>e</sup> 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
<b>Uitbreiding spectrum</b>	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
<b>Uitbreiding passief netwerk</b>	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
<b>Toepassing actief equipment</b>	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
<b>Verhogen efficiëntie spectrum-gebruik</b>	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

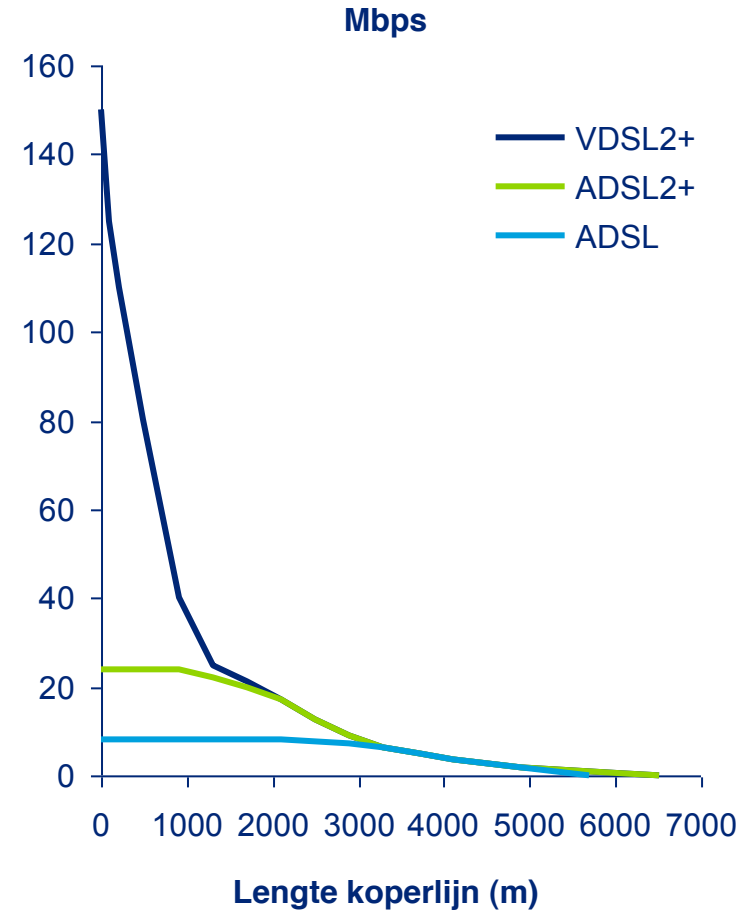
## Overzicht opties capaciteitsverhoging DSL

### 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

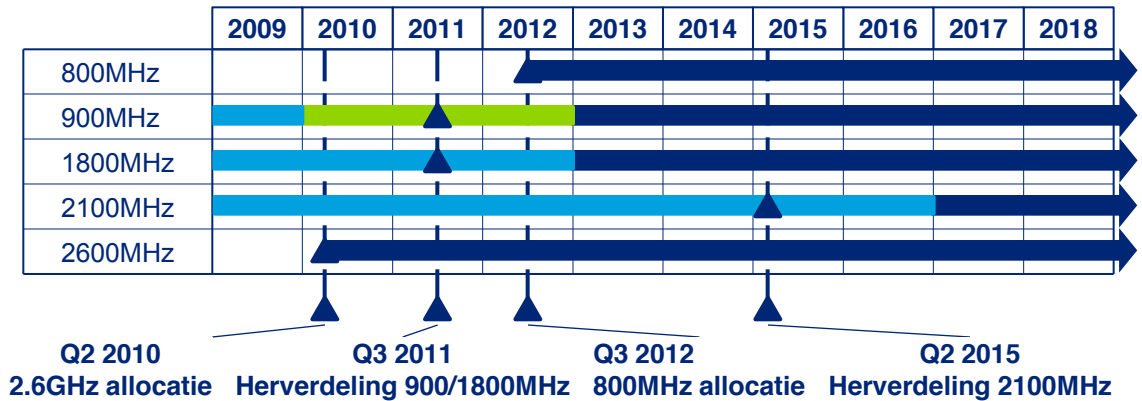
# Potentiële FTTH snelheden zijn zeer hoog en worden vooral gelimiteerd door de apparatuur die bij de eindklant staan

## 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](http://www.deloitte.nl)

**Deloitte.**