

White paper breedband Regio Rivierenland 2014-2015



Auteursrecht en proclaimer

Dit werk is uitgebracht onder de [CC BY-SA 4.0 licentie](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ICTRecht en Regio Rivierenland hebben dit document naar beste kunnen en weten opgesteld. De Regio wil op deze manier burgers, bedrijven en collega-overheidsinstellingen informeren en uitnodigen tot het bieden van eigen perspectieven en informatie voor het dossier breedband. U kunt geen rechten ontleen aan de inhoud. Komt u iets tegen dat niet correct is of verouderd, dan stellen wij uw reactie zeer op prijs.

Inleiding

Binnen Regio Rivierenland worden ICT en breedbandvoorzieningen beschouwd als essentiële hulpmiddelen om de bestuurlijke en maatschappelijke uitdagingen van vandaag en morgen aan te gaan. Een in het oog springend probleem daarbij is dat vooral in buitengebieden de kwaliteit, toegankelijkheid en betaalbaarheid van breedbandvoorzieningen steeds meer te wensen overlaat.

Dat is een maatschappelijk probleem, dat het lokale bestuur binnen Regio Rivierenland zich aantrekt. Daarom zoekt Regio Rivierenland naar de meest efficiënte manier om te zorgen iedereen gebruik kan maken van een brede, open en neutrale digitale snelweg. Regio Rivierenland werkt voor dat doeleinde samen met diverse partijen, waaronder de Provincie Gelderland, Duurzame Economische Innovatie en ICTRecht.

Dit white paper is opgesteld door ICTRecht in opdracht van Regio Rivierenland met het doel om de visie en voortgang in het dossier breedband helder voor het voetlicht te brengen. De Regio wil op deze manier burgers, bedrijven en collega-overheidsinstellingen informeren en uitnodigen tot het bieden van eigen perspectieven en informatie.

Digitale maatschappij en economie vereisen een goede digitale snelweg

Tegenwoordig leven wij in een digitale informatiemaatschappij. Ook onze economie is in hoge mate 'data driven' geworden. Het succes van onze maatschappij én economie, wordt daardoor steeds afhankelijker van onze informatie-infrastructuur. De eisen aan de beschikbaarheid, kwaliteit en betaalbaarheid van breedbandvoorzieningen worden dan ook steeds hoger.

Snellere verbindingen, slimmere samenleving

Betere infrastructuur hecht de maatschappij letterlijk en figuurlijk beter samen. In dit tijdperk van slimme digitale technologie, groeien onze mogelijkheden om informatie op te slaan en te verwerken exponentieel. Zo ook onze behoefte aan infrastructuur die de capaciteit heeft om deze groei te faciliteren en om steeds meer data tegelijk te verzenden en ontvangen, zonder opstoppingen.

Hoe sneller en betrouwbaarder de synapsen met informatie aankomen, hoe slimmer we worden, zowel in concurrentie als in samenwerking. In concurrentie betekent dit de mogelijkheid om anderen letterlijk en figuurlijk te slim af te zijn. In samenwerking betekent dit efficiëntere, slimmere en ook meer samenwerking. Snellere verbindingen zorgen dus voor een slimmere samenleving. En omgekeerd draagt een slimme samenleving ook zorg voor snelle verbindingen.

Beter breedband betekent méér economische groei

Dankzij toenemende ervaring, aandacht en onderzoek worden de positieve effecten die een goede kwaliteit breedbandinfrastructuur heeft op economische groei en maatschappelijke doelstellingen steeds beter inzichtelijk. Bijvoorbeeld in Piëmont, Italië en in Cornwall, Verenigd Koninkrijk werden de positieve effecten van breedbandprojecten op economische indicatoren geraamd op 7% tot 10%.ⁱ Ander onderzoek stelt dat elke verdubbeling in gemiddelde breedbandsnelheid in het algemeen resulteert in 0,3% *extra* BBP (geïsoleerd van overige factoren die economische groei mede bepalen).ⁱⁱ Dergelijke resultaten zijn eenvoudig te verklaren. Net als andere infrastructuur, zoals wegen, spoorwegen, (lucht)havens en energienetten, verlagen breedbandvoorzieningen de drempels en kosten van economische activiteit. Hoe beter de breedbandvoorzieningen, hoe sneller, efficiënter, gemakkelijker en meer economische activiteit er kan plaatsvinden. Regio Rivierenland ziet het bijdragen aan de kwaliteit, toegankelijkheid en betaalbaarheid van breedbandinfrastructuur dan ook als een solide economische investering.

Breedband is goed voor democratie

Het internet is de plaats bij uitstek geworden waar onze informatiemaatschappij samenkomt om informatie te ontvangen en te delen, om meningen te uiten en om kennis te nemen van meningen van anderen. Dankzij de toegankelijkheid, openheid en neutraliteit van het internet als platform, is de informatie op het internet zo divers als menselijke gedachten maar kunnen zijn. Zolang de toegankelijkheid, openheid en neutraliteit gewaarborgd blijven en informatie door iedereen zonder belemmeringen en verstoppingen kan worden uitgewisseld via het internet, hoeven we ons weinig zorgen te maken voor een gebrek aan mediapluriformiteit.ⁱⁱⁱ

Al sinds enige tijd maken ook overheden steeds meer en beter gebruik van het internet om burgers te informeren en om informatie en meningen van burgers te vragen. Vanwege het gebruiksgemak en de efficiëntie worden steeds meer overheidsdiensten online aangeboden. Digitale loketten zijn altijd vanaf waar dan ook bereikbaar en wachttijden worden steeds meer iets van het verleden. Nieuwe wetten en besluiten worden tegenwoordig vaak via het internet open ter consultatie aangeboden, zodat belanghebbenden en experts op een laagdrempelige manier hun visie kunnen delen en kunnen bijdragen aan de kwaliteit en het draagvlak van regelgeving. Dergelijke ontwikkelingen brengen het ideaal van een Atheense democratie op een veel grotere schaal in zicht.^{iv} Door effectief gebruik te maken van openbare informatie, zoals via <https://data.overheid.nl/> beschikbaar wordt gesteld, zouden mensen zowel individueel als collectief in staat kunnen worden gesteld om intelligentere en meer op feiten gebaseerde beslissingen te maken, waarmee welzijn en welvaart kunnen worden vergroot.^v

Breedband is onmisbaar voor iedereen

Voor steeds meer basale handelingen die iedereen in de maatschappij moet kunnen uitvoeren, zoals het solliciteren naar werk, het regelen van bankzaken en het doen van een belastingaangifte^{vi}, zijn ICT en internettoegang een steeds onmisbaarder hulpmiddel. Zelfs rechtszaken kunnen tegenwoordig online worden gevoerd, bij de eKantonrechter.^{vii} Om dergelijke redenen beschouwen steeds meer mensen internettoegang als een noodzakelijke voorwaarde voor volwaardige participatie in de maatschappij en als een grondrecht of universeel mensenrecht.^{viii}

Met de opkomst van cloud computing, smart city concepten en innovatieve digitale oplossingen voor zorg en onderwijs op afstand, zal onze collectieve en individuele afhankelijkheid van ICT en breedband alleen maar verder toenemen. De weduwe in Appelscha heeft anno 2014 geen ouderwetse telefoonlijn meer nodig, maar veeleer een moderne glasvezelaansluiting waar niet alleen spraaktelefonie, maar daarnaast nog ontelbare andere diensten en vormen van informatie-uitwisseling tegelijk mogelijk zijn.^{ix}

Breedbandinfrastructuur in de EU nog onvoldoende, óók in Nederland

Tegenwoordig ontstaan steeds meer klachten over een tekortschietende kwaliteit van breedband, met name in buitengebieden.^x Tegelijkertijd bestaat het beeld dat Nederland in Europa vooroploopt op het gebied van breedband en al klaar is voor de toekomst.^{xi} Wordt er niet te vroeg gejuicht?

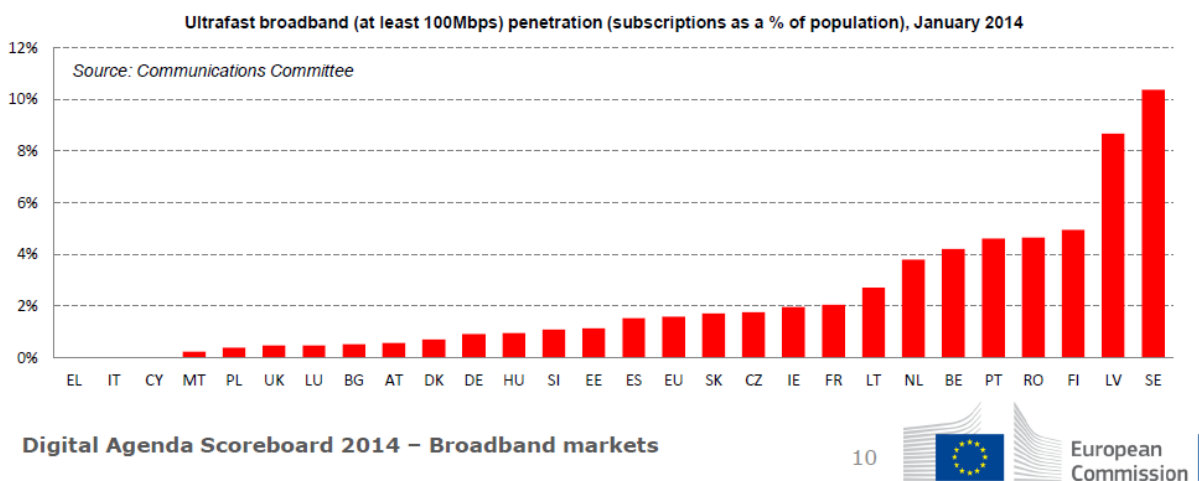
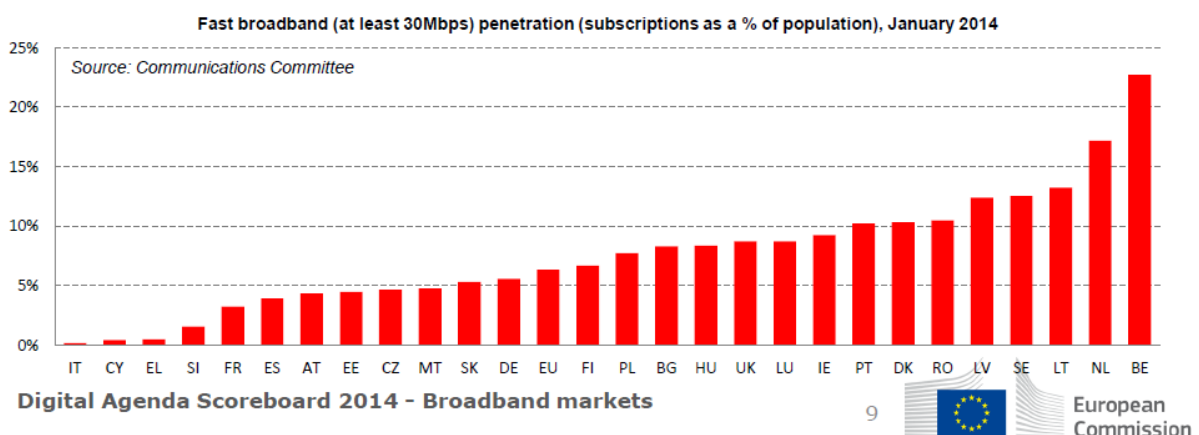
Tabel: aantallen beschikbare aansluitingen en snelheden per kabeltype

	< 2 Mbps	≥ 2Mbps, < 10Mbps	≥ 10Mbps, < 30Mbps	≥ 30Mbps, < 100Mbps	≥ 100Mbps
Glasvezel	0	2	10	359	205
Kabel	1	64	1.205	1.279	679
DSL	36	1.142	1.279	479	0

Aansluitingen x 1000. Bron ACM Telecommonitor tweede kwartaal 2014^{xii}

Uit de bovenstaande tabel met gegevens van de ACM uit 2014 blijkt dat 3.739.000 van de 6.740.000 (56%) aansluitingen nog minder dan 30 megabit per seconde (mbps) aan digitale informatie kunnen ontvangen en verzenden. Slechts 13% van de aansluitingen haalt de snelheid van 100 mbps.

Dit terwijl de EU een duidelijke doelstelling heeft vastgesteld om ervoor te zorgen dat in 2020 de snelheid van breedband overall in de EU boven de 30 mbps komt te liggen en dat minimaal de helft van alle huishoudens in de EU een breedbandverbinding heeft met een snelheid van meer dan 100 mbps.^{xiii} Uit de data van de ACM blijkt duidelijk dat Nederland nog niet voldoet aan deze doelstelling van de EU. Dit beeld wordt bevestigd door data gepubliceerd door de Europese Commissie:^{xiv}



Opvallend is dat Nederland het in de categorie van snelheden boven de 100 mbps moet afleggen tegen diverse Oost-Europese landen, waar aanzienlijke snelheidswinsten zijn behaald dankzij de aanleg van glasvezelkabels tot de huizen en kantoren.^{xv} Volgens de gegevens van de Europese Commissie voert Zweden de hoogste snelheidsklasse aan in de EU, met ruim twee maal zoveel aansluitingen boven de 100 mbps als Nederland, dat op de zesde plaats staat. Het lijkt daarbij geen toeval dat Stockholm een bekend voorbeeld is van een stad waar de overheid zorg draagt voor passieve glasvezelinfrastructuur.^{xvi}

Theoretische snelheden versus echte snelheden

De aanzienlijke discrepantie tussen het beeld dat op 95% van de aansluitingen in Nederland al een snelheid van meer dan 100 mbps mogelijk is en de data van de Europese Commissie en de ACM waaruit blijkt dat slechts 4% (EC) tot 13% (ACM) van de aansluitingen in Nederland een snelheid van meer dan 100 mbps heeft, lijkt grotendeels verklaarbaar door het aanzienlijke verschil tussen de theoretisch maximaal haalbare snelheden waar aanbieders meestal mee adverteren en de snelheden die daadwerkelijk worden gehaald. Uit onderzoek van een populair consumentenprogramma op televisie blijkt bijvoorbeeld dat 75% van de consumenten de beloofde internetsnelheid niet haalt.^{xvii} Volgens onderzoek uitgevoerd in opdracht van de Europese Commissie bedraagt de gemiddelde daadwerkelijk behaalde snelheid in de EU ongeveer 75% van de geadverteerde snelheid.^{xviii} Het ligt voor de hand dat de groei van een digitale economie die moet draaien op enkel theoretische transmissiesnelheden, ook vooral theoretisch zal blijven.

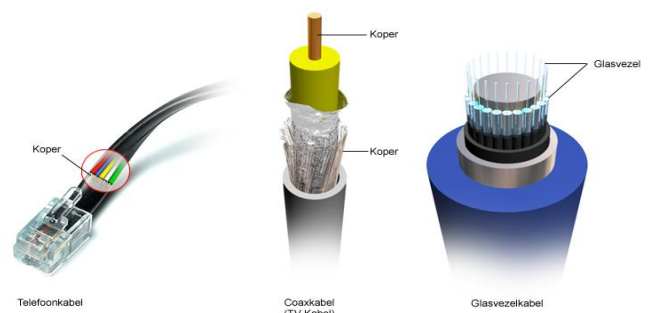
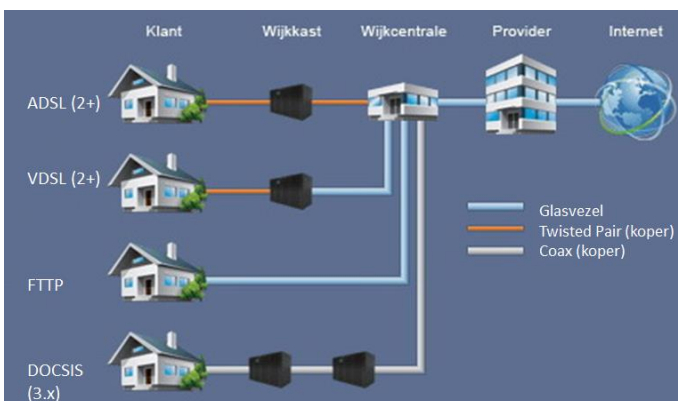
Ook de prijs is van belang

Een tweede mogelijke verklaring is de prijs van de abonnementen. Als er weliswaar een abonnement van meer dan 100 mbps wordt aangeboden, terwijl het maandbedrag voor deze snelheid te hoog is, zal dat abonnement niet worden afgenomen door consumenten.^{xix}

Om de doelstellingen te halen, zullen de snelheden van minimaal 30 mbps voor ieder huishouden en minimaal 100 mbps voor ten minste de helft van alle huishoudens daadwerkelijk gehaald moeten worden en zullen de abonnementen met deze snelheden ook voldoende betaalbaar moeten zijn.

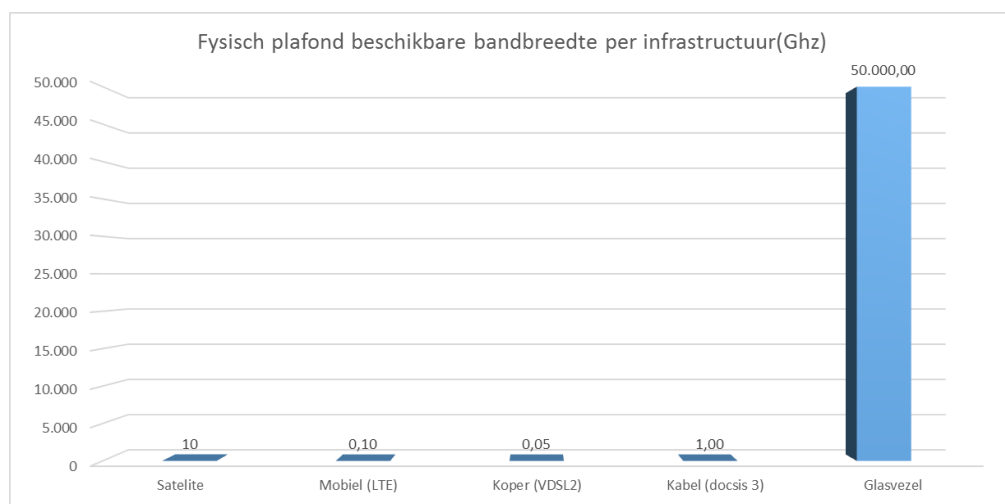
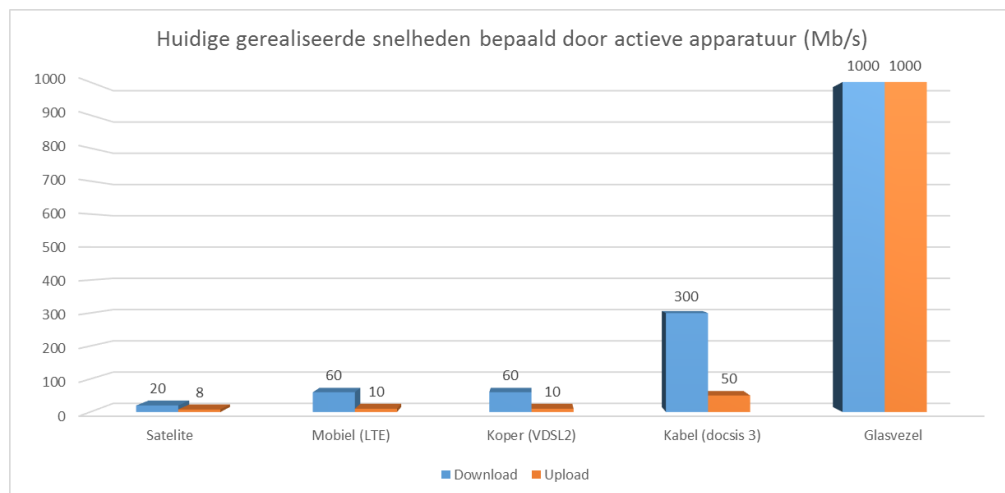
De digitale snelweg is van glasvezel

Sinds de uitvinding van glasvezelkabels in de jaren 70 van de vorige eeuw, zijn deze een essentieel onderdeel gaan uitmaken van alle breedbandnetwerken. Alleen voor het laatste stuk verbinding tussen de huizen en de centrale of de wijkkast van de aanbieder, wordt nog vaak gebruik gemaakt van ouderwetse koperkabels die oorspronkelijk voor analoge telefonie (twisted pair koper) en televisie (coax) zijn aangelegd. Schematisch kunnen de gangbare typen breedbandnetwerken als volgt worden weergegeven.



Glasvezel is snelheidskampioen

Glasvezelkabels zijn zeer geschikt voor de overdracht van digitale data en zijn voor dat doeleinde verreweg superieur aan ouderwetse koperkabels. Dit kan worden geïllustreerd door de volgende grafieken.



Brondata: Broadband Investment Guide 2014, uitgegeven door de Europese Commissie.

Netwerken met glasvezelkabels die volledig tot aan de huizen en kantoren reiken (fiber to the premises, FTTP) halen nu gewoonlijk al downloadsnelheden die ruim 3 keer hoger zijn dan netwerken met een deel televisiekabel (DOCSIS) en bijna 20 keer hoger dan netwerken met een deel telefoonkabel (DSL) en mobiele verbindingen (LTE). Bij de uploadsnelheden zijn de verschillen nog aanzienlijk groter: FTTP haalt momenteel gewoonlijk 20 keer hogere uploadsnelheden dan DOCSIS en 100 keer hoger dan DSL en LTE.

Eén glasvezelnetwerk is sneller dan een telefoonnetwerk, televisienetwerk en mobiel netwerk samen

Uit de grafieken blijkt duidelijk dat één glasvezelnetwerk nu al diverse malen meer capaciteit levert dan een DSL-netwerk, een DOCSIS-netwerk én een mobiel netwerk bij elkaar opgeteld. En bij alle netwerken die niet volledig maar slechts voor een deel op glasvezelkabels zijn gebaseerd, geldt dat hoe groter de afstand is die de data over koperkabels of door de lucht moet afleggen, hoe langzamer de daadwerkelijk behaalde snelheid wordt.^{xx}

Het verschil zal alleen maar groter worden

Aangezien de fysische limiet (bandbreedte) van glasvezelkabels letterlijk duizenden malen hoger ligt dan van koperkabels en radiogolven, wordt verwacht dat dit verschil in de toekomst hoe langer hoe groter zal worden.^{xxi} Bij glasvezelnetwerken is de (passieve) kabel geen beperkende factor, maar de snelheid waarmee de (actieve) belichtingsapparatuur lichtpulsen aan en uit kan zetten en de hoeveelheid gigabits per seconde de (actieve) internetrouters kunnen verwerken. In tegenstelling tot netwerken met koperaansluitingen, zijn glasvezelnetwerken praktisch oneindig sneller te maken door steeds betere actieve apparatuur aan te sluiten op dezelfde glasvezelkabels.

Een digitale snelweg tegen een digitale zandweg

Simpel gezegd kunnen glasvezelkabels dus worden beschouwd als tienbaansnelwegen voor digitale data, terwijl radiogolven en ouderwetse koperkabels daar als zandpaadjes tegen afsteken. De Broadband Investment Guide 2014 van de Europese Commissie noemt FTTP dan ook de ultieme lange-termijn oplossing voor breedband.^{xxii}

De kink in de kabel: marktfalen

We kunnen ons afvragen waarom bestaande, concurrerende marktpartijen de verreweg superieure glasvezelkabels niet zelf in rap tempo overal helemaal tot alle huizen en kantoren aanleggen, maar gebruik blijven maken van een coax of twisted pair koper 'last mile', die in wezen een knelpunt vormt. Een verklaring hiervoor is marktfalen. Daar zijn diverse vormen van aan te wijzen.

Gebrek aan concurrentie

Het aantal aanbieders in Nederland dat de fysieke kabelinfrastructuur voor breedbandverbindingen voor particulieren en MKB exploiteert, is in feite beperkt tot twee. Eén aanbieder met twisted pair aansluitingen en één met coax-aansluitingen. Er is daarnaast nog een partij die glasvezelaansluitingen aanlegt en exploiteert, maar deze is in feite eigendom van de exploitant van twisted pair koper aansluitingen. Deze partijen hebben er schijnbaar meer commercieel belang bij om hun verouderde koperen aansluitnetten, veelal oorspronkelijk verkregen van overheden, zo lang mogelijk uit te nutten dan om te investeren in de aanleg van superieure kabels naar alle huizen en zodoende een grote, sprongsgewijze verbetering plaats te laten vinden.

Informatieasymmetrie

Breedbandtechnologie is complexer dan veel consumenten en MKB-bedrijven begrijpen. Zij zijn vaak niet of onvoldoende in staat om relevante kwaliteitsindicatoren, zoals download én uploadsnelheden, lag^{xxiii}, jitter^{xxiv}, en overboekingsfactoren^{xxv} goed te begrijpen en onderscheiden. Vaak wordt ook enkel geadverteerd met een theoretische maximumsnelheid, die in de meeste gevallen niet daadwerkelijk haalbaar blijkt. Als consumenten niet goed weten waar zij op moeten letten, zullen zij verkeerde keuzes maken en kunnen zij de marktpartijen niet goed disciplineren met behulp van hun keuzegedrag.

Kip-ei probleem

Het is moeilijk om te weten wat er met aanzienlijk hogere breedbandsnelheden voor nieuwe toepassingen mogelijk zijn, wanneer deze snelheden nog niet door marktpartijen worden aangeboden en/of gehaald. Het is ook moeilijk om consumenten over te halen om snellere breedbandtoegang af te nemen, als zij nog geen 'killer-app' kennen waar deze snelheid echt voor nodig is. Zo'n baanbrekende toepassing kan echter niet van de grond komen als de hogere snelheden nog niet beschikbaar zijn.

Positieve externaliteiten

Betere breedbandverbindingen hebben positieve effecten, die niet alleen merkbaar zijn voor de afnemer van de verbinding en de aanbieder die het abonnementsgeld ontvangt, maar ook voor anderen.^{xxvi}

Innovatieve cloud-diensten zullen bijvoorbeeld aanzienlijk beter presteren wanneer de internetverbinding van de klant beter is. Dit kunnen overigens ook aanbieders van diensten in de zorg of het onderwijs op afstand zijn. Dergelijke aanbieders zijn erbij gebaat dat consumenten en bedrijven betere verbindingen afnemen, maar kunnen daar zelf weinig of geen directe invloed op uitoefenen. In feite profiteert iedereen die meer informatie wil kunnen verzenden of ontvangen ervan als andere partijen (ook) betere breedbandverbindingen hebben. Net als negatieve externaliteiten, zoals milieuvuiling, zijn positieve externaliteiten een vorm van marktfalen, waardoor ingrijpen door de overheid nodig kan zijn.^{xxvii}

Business-modellen richten zich op tol heffen, voorrang verkopen en andere vormen van discriminatie

De maatschappelijke waarde van infrastructuur is over het algemeen het grootste wanneer deze open is en tegen gelijke voorwaarden vrij toegankelijk is voor iedereen, zoals bij het fysieke wegennet. Diverse breedbandaanbieders hebben echter laten blijken dat zij toe willen naar business-modellen waarbij toepassingen en informatie op het internet worden gediscrimineerd. Toepassingen op het internet die concurreren met andere diensten van de telecomaandbieder, zouden geblokkeerd of vertraagd worden. Door voorrang te verkopen op min of meer verstopte netwerken, zou veel geld kunnen worden verdiend, terwijl de noodzaak tot investeren in capaciteit juist zou worden afgeremd. Door internettoegangsdiensten te differentiëren naar gebruikstypen, zouden deze diensten minder homogeen en uitwisselbaar worden, wat de concurrentiedruk op pure snelheid en prijs (verder) zou verlagen en bovendien de vrije markt in internettoepassingen zou verstoren. Ook zou de vrijheid van internetgebruikers worden beperkt om naar eigen keuze informatie, diensten en applicaties via het internet te ontvangen en verzenden, via de apparaten die zij willen. Dergelijke effecten kunnen tevens worden beschouwd als negatieve externaliteiten voor de interneteconomie als geheel. Nederland heeft om dergelijke redenen als eerste land in Europa wetgeving aangenomen die het principe van netneutraliteit beschermt.

Draadloze verbindingen, geen substituuat maar complementair

Om de kosten van het leggen van glasvezelkabels naar huizen en kantoren te besparen, wordt vaak gekeken naar de mogelijkheden van draadloze transmissie. Net als koperkabels, kennen draadloze technieken voor dataoverdracht fysische beperkingen ten opzichte van glasvezelkabels.

Draadloos heeft altijd lagere snelheden dan glasvezel

Zowel de theoretische als de daadwerkelijk gerealiseerde snelheden van draadloze verbindingen zijn aanzienlijk lager dan van glasvezelverbindingen. Hoe groter de afstand die data door de lucht moet afleggen, hoe lager de capaciteit wordt. Diverse factoren vergroten het verschil tussen de theoretische maximumsnelheden van de betreffende generatie technologie en de daadwerkelijk in de praktijk behaalde snelheden van mobiele verbindingen bovendien nog aanzienlijk ten opzichte van dataoverdracht via kabels:

- Hoe verder een gebruiker van een mast af staat, hoe langzamer de verbinding zal worden.
- De totale capaciteit van een mast wordt gedeeld tussen alle gebruikers die op de mast zijn aangesloten.^{xxviii}
- Verschillende signalen van verschillende netwerken interfereren, wat vertraging oplevert.
- Doordat de aantallen gebruikers per mast en de afstand van een gebruiker tot een mast sterk kunnen verschillen, kunnen de behaalde snelheden sterk fluctueren.
- Als mobiele verbindingen de enige optie zouden zijn, zouden er per mast veel meer gebruikers zijn, wat de snelheid per gebruiker sterk omlaag zou brengen.

Het resultaat is dat bij mobiele netwerken in normale gebruikssituaties vaak slechts ongeveer 10-20% van de theoretische maximumsnelheid wordt gehaald.^{xxix}

Dergelijke problemen spelen ook bij internettoegang via satelliet en doordat de te overbruggen afstanden aanzienlijk groter zijn, is er meer vertraging en een lagere doorvoercapaciteit.

Abonnementen met beperkte datalimieten per maand

In tegenstelling tot abonnementen voor vaste internettoegang, gelden voor mobiele verbindingen vaak limieten van enkele gigabytes per maand. Wanneer in een maand meer data wordt verzonden, moet er gewoonlijk extra worden betaald, of wordt de snelheid sterk vertraagd. In Nederland zijn bij mobiele verbindingen datalimieten van 1 of 2 GB per maand gebruikelijk, terwijl één DVD bijvoorbeeld al 4,7 GB bedraagt.

Het hoeft dan ook niet te verbazen dat bijna niemand ervoor kiest om een vaste verbinding weg te doen en te vervangen door een mobiele verbinding. De meeste mensen hebben zowel een vaste verbinding voor thuis als een mobiele verbinding voor onderweg. Deze diensten vullen elkaar dus eerder aan dan dat zij elkaar kunnen vervangen. Als mensen in buitengebieden het genot van een volwaardige vaste breedbandverbinding zou worden ontzegd, zou dat bijdragen aan een digitale kloof en persoonlijke, maatschappelijke en economische schade teweegbrengen.

Voorzichtigheid zou geboden kunnen zijn met draadloze transmissie in verband met volksgezondheid

Draadloze transmissie biedt vele mogelijkheden en gemakken die kabels niet kunnen bieden. De meeste mensen maken daar dagelijks zorgeloos gebruik van en praktisch iedereen staat regelmatig bloot aan diverse soorten radiogolven, schijnbaar zonder enig gevaar. Toch bestaan er zorgen dat de hoogfrequente radiogolven die gebruikt worden in technieken zoals LTE en WiFi, schadelijk zouden kunnen zijn voor de gezondheid. Volgens de World Health Organization is het duidelijk dat draadloze transmissietechnieken die binnen de daarvoor geldende normen van intensiteit blijven, in elk geval geen sterk gevaar voor de volksgezondheid opleveren. Dat wil echter niet zeggen dat subtielere effecten uitgesloten zijn, of zelfs sterke effecten op specifieke, kleine groepen van de bevolking. Om dergelijke redenen stelt de WHO dat er (nog) meer onderzoek gedaan moet worden naar de mogelijke gezondheidseffecten van radiogolven. Draadloze communicatietechnologie lijkt vooralsnog dus veilig, maar voorzichtigheid kan geboden zijn.^{xxx}

Overheid kan helpen bouwen aan de digitale snelweg

Hierboven is omschreven waarom overheden er verstandig aan doen om te helpen de kwaliteit, betaalbaarheid en toegankelijkheid van breedbandvoorzieningen te verbeteren. Regio Rivierenland ziet diverse mogelijkheden om dit probleem op te lossen en doet nader onderzoek om deze verder uit te werken en de meest geschikte oplossing in de praktijk te realiseren. Daarbij spelen de volgende stappen:

1. Kwaliteit en dekking van de huidige infrastructuur precies in kaart brengen, marktconsultatie;
2. Oplossingsrichtingen identificeren, uitwerken en juridisch valideren;
3. Oplossing kiezen en juridisch toetsen;
4. Oplossing uitvoeren.

Kwaliteit en dekking van de huidige infrastructuur precies in kaart brengen, marktconsultatie

Om te weten waar de problemen liggen en wat het precies zou kosten om deze op te lossen, is het nodig om een duidelijk en accuraat beeld te hebben van de bestaande infrastructuur. Regio Rivierenland stelt dit

beeld vast aan de hand van een openbare marktconsultatie waarbij aan marktpartijen is gevraagd op welke adressen in de hele regio zij breedbandaansluitingen hebben en welke snelheden zij daarover daadwerkelijk kunnen realiseren. Ook is gevraagd naar de concrete investeringsplannen van de aanbieders in de komende drie jaar. Op basis van de analyse van de huidige beschikbare en ontbrekende infrastructuur, wordt het gebied vastgesteld waar een oplossing voor moet worden gevonden.

Oplossingsrichtingen identificeren, uitwerken en juridisch valideren

Duidelijk is dat economie en maatschappij baat hebben bij beter breedband en dat breedbandnetwerken aanzienlijk sneller en beter worden wanneer de glasvezelkabels dichterbij de huizen en kantoren worden gebracht. De ideale situatie is dat ieder huis en kantoor een glasvezelaansluiting heeft. Vanwege marktfalen blijft de uitrol van glasvezelinfrastructuur tot aan de huizen en kantoren tot dusverre achter op wat de digitale economie en maatschappij eigenlijk nodig hebben. Enkele krenten worden uit de pap gevist, terwijl grote gebieden worden overgeslagen, met name waar de bevolkingsdichtheid lager is.

Regio Rivierenland wil er dan ook voor zorgen dat zoveel mogelijk huizen en kantoren op glasvezel worden aangesloten.

Het ligt voor de hand om prioriteit te geven aan de plaatsen waar de huidige breedbandinfrastructuur het ergste tekort schiet. Dat is met name waar er relatief lange afstanden over telefoonkabels moeten worden afgelegd. Er zouden echter belangrijke schaalvoordelen kunnen worden behaald wanneer direct zoveel mogelijk huizen en kantoren op glasvezel worden aangesloten. Door iederéén die nog niet op glasvezel is aangesloten te voorzien van dit ideale kabeltype, zou dus aanzienlijk kunnen worden bespaard op de kosten per aansluiting. Regio Rivierenland onderzoekt hoe groot de besparingen precies zouden kunnen zijn.

Voor de financiering en exploitatie van een (passief) glasvezelnetwerk zijn er diverse wegen die naar Rome kunnen leiden. Regio Rivierenland kijkt naar de volgende oplossingsrichtingen.

Publiek-private samenwerking (eventueel volgens MEIP)

Terwijl in wezen iedereen profiteert van betere breedbandinfrastructuur, kunnen bepaalde partijen die bepaalde producten en diensten verlenen er in het bijzonder bij zijn gebaat. Denk aan telecombedrijven zonder eigen fysieke kabelinfrastructuur en aanbieders van innovatieve cloud-diensten die hogere capaciteit en kwaliteit nodig hebben. Met dergelijke partijen zou een samenwerking aangegaan kunnen worden om de fysieke infrastructuur gezamenlijk te financieren en op een open en neutrale manier aan iedereen beschikbaar te stellen, voor maximaal maatschappelijk en economisch nut.

De overheid zou zich daarbij als een marktpartij kunnen gedragen volgens de 'market economy investor principle' (MEIP) of gewoon als een overheid. Beide wegen hebben voor- en nadelen, die Regio Rivierenland in detail onderzoekt. Om de kans van slagen van een publiek-private samenwerking helder te krijgen, dient overleg plaats te vinden met marktpartijen die bereid zouden zijn om bij te dragen aan een betere breedbandinfrastructuur. De Regio Rivierenland is hier druk mee bezig. De uitdaging bij deze oplossingsrichting is om een samenwerking op een zo evenwichtig, stabiel en eerlijk mogelijke manier vorm te geven en de openheid en neutraliteit van de infrastructuur te waarborgen. Een risico zou kunnen zijn dat marktpartijen die investeren toch manieren zullen zoeken (en vinden) om zoveel mogelijk voordelen van de investering exclusief aan zichzelf toe te eigenen en daarmee afbreuk doen aan de openheid, neutraliteit en het algemene nut van het netwerk.

Coöperatie

Op diverse plaatsen in Nederland is men erin geslaagd een glasvezelnetwerk te realiseren door middel van een coöperatie. Een gemeente kan volgens dit model garant staan voor een bancaire lening, die aan een coöperatie wordt verstrekt op voorwaarde dat deze via een 'vraagbundeling' een minimaal percentage gebruikers van het netwerk aan zich bindt. Coöperatieve projecten slagen echter niet overal. Het succes van deze methode is sterk afhankelijk van het succes van de vraagbundeling, het vertrouwen dat mensen hebben in de coöperatie en hun bereidheid om in de coöperatie te participeren. Marktfalen zoals het kip-ei-probleem en informatie-asymmetrie kunnen veroorzaken dat vraagbundelingen niet het benodigde resultaat behalen.

Overheidsonderneming

Het aanleggen en exploiteren van fysieke breedbandaansluitingen zou goed als zuivere overheidstaak kunnen worden beschouwd. De economische eigenschappen van de fysieke breedbandinfrastructuur voor de digitale snelweg komen op diverse punten overeen met die van het fysieke wegennet en andere infrastructuur die gewoonlijk door de overheid wordt aangelegd:

- Aanleg is kostbaar. Uit diverse onderzoeken blijkt dat maar liefst 70-80% van de kosten van het creëren van een breedbandnetwerk ligt in de civiele werkzaamheden, zoals het graven van geulen en het leggen en afmonteren van kabels.^{xxxix}
- Duplicatie van de fysieke glasvezelinfrastructuur is inefficiënt. Eén glasvezelaansluiting biedt meer dan genoeg capaciteit voor internettoegang, digitale telefonie, digitale televisie en nog allerlei andere digitale diensten tegelijk. Eén goed onderhouden, open wegennet is beter en efficiënter dan iedere autofabrikant zijn eigen tolweg te laten aanleggen. In bestuurlijk opzicht de pijlen richten op infrastructuurconcurrentie, lijkt daarom ook voor de digitale snelweg een kritieke vergissing.
- Financiering door marktpartijen is moeilijk. Als een marktpartij de aanleg zelf moet financieren, tellen de positieve spillovers niet mee op de balans. Terwijl de financieringstermijn van een fysiek glasvezelnetwerk gemakkelijk op 20 jaar of langer zou kunnen worden gezet, willen marktpartijen logischerwijs sneller winst maken. Dat zou mogelijk kunnen zijn door prioriteit te verkopen en op andere wijze te discrimineren in vormen van het gebruik, terwijl dat juist afbreuk zou doen aan de algemene nutswaarde. Overheden kunnen op langere termijn investeren dan marktpartijen en de positieve effecten voor de economie en maatschappij als geheel tellen voor overheden juist wél mee op de balans.^{xxxix}
- Marktwerking op dienstenniveau wordt gestimuleerd. Het moeten aanleggen van eigen fysieke infrastructuur, vormt al snel een onoverkomelijke barrière voor toetreding tot de telecommunicatiemarkten. Als ieder taxibedrijf zijn eigen wegen zou moeten aanleggen, zouden er weinig taxibedrijven zijn.

Bijvoorbeeld in Stockholm wordt al sinds ongeveer twintig jaar passieve glasvezelinfrastructuur door een overheidsbedrijf aangelegd en geëxploiteerd en dat lijkt geen windeieren te hebben gebracht. De totale sociaaleconomische opbrengst van de publieke investeringen in glasvezel aldaar wordt geschat op 1,9 miljard euro.^{xxxix} Stockholm wordt ook genoemd als de enige stad ter wereld waar er vier mobiele providers met LTE concurreren.^{xxxix} De verklaring daarvoor kan worden gezocht in de vrij toegankelijke en dekkende glasvezelinfrastructuur, waar mobiele aanbieders eenvoudig en voordelig hun masten op aan kunnen sluiten.

De ontwikkeling van glasvezelkabels zelf is nog altijd aan innovatie onderhevig. Met enige regelmaat worden nieuwe soorten glasvezelkabel ontwikkeld die nóg meer capaciteit hebben. Het is dan ook belangrijk om in mantels voor kabels te voorzien die het zo gemakkelijk en efficiënt mogelijk maken om nieuwe kabels door bestaande mantels te trekken of te blazen.

De verhouding tussen markt en overheid en staatssteun

Zoals hierboven aangegeven, kunnen overheden op diverse manieren bijdragen aan het realiseren van een digitale infrastructuur die onze informatiemaatschappij en -economie nodig hebben en verdienen. Daarbij worden wel de Europese regels omtrent staatssteun toegepast, behalve als de overheid zich als een marktpartij zou gedragen (MEIP). Daarbij moet direct worden opgemerkt dat het uiteraard niet zomaar van marktpartijen zelf kan worden verwacht dat zij marktfalen oplossen. Het is dus zeer de vraag of een overheid die marktfalen wil oplossen, dat wel zal kunnen door zich als een marktpartij te gedragen.

Aanleg en open exploitatie van fysieke breedbandinfrastructuur hoeft geen staatssteun te zijn

Vrij gangbaar is de gedachte dat iedere bijdrage van overheden aan breedbandvoorzieningen boven een minimumdrempel als staatssteun wordt gezien. Dit vormt een belemmering voor lokale, regionale en provinciale overheden om effectief bij te dragen aan de kwaliteit, toegankelijkheid en betaalbaarheid van breedbandvoorzieningen. Dit terwijl de rol van overheden in het realiseren van andere belangrijke infrastructuren niet ter discussie staat. Waarom zou de aanleg van fysieke snelwegen eigenlijk geen staatssteun zijn en de aanleg van digitale snelwegen wel?

Het kan worden gezegd dat een cloud-dienstverlener meer profiteert van breedbandvoorzieningen dan een taxibedrijf (hoewel zelfs dat begint te veranderen), maar voor iedere openbare voorziening geldt in feite dat sommige mensen daar meer van profiteren dan anderen. Dat maakt de voorziening als zodanig nog geen selectieve steun. Bijvoorbeeld een taxibedrijf profiteert wellicht meer van een goed onderhouden wegennet dan een kapper, maar dat wil nog niet zeggen dat investeringen in het wegennet 'selectieve' steun van de overheid aan bepaalde bedrijven oplevert.

Het doel van staatssteunregulering bij breedband is om te voorkomen dat markten worden verstoord en dat overheden investeringen doen die beter door marktpartijen gedaan kunnen worden. Het moet gewaarborgd worden dat steun daadwerkelijk resulteert in een verbetering van de kwaliteit, toegankelijkheid, betaalbaarheid en gebruik van breedbanddiensten. Zorg dragen dat glasvezelkabels alle huizen en kantoren bereiken waar de markt hier binnen de komende drie jaar niet voor zorgt, lijkt een buitengewoon effectief middel om de kwaliteit van breedbanddiensten te verhogen en om concurrentie tussen dienstaanbieders te versterken, door toetredingsdrempels in deze markten weg te nemen of te verlagen.

Regio Rivierenland werkt naar een oplossing toe die zo effectief mogelijk bijdraagt aan de kwaliteit van breedbandinfrastructuur, aan economische groei en aan marktwerking op de plaatsen waar marktwerking mogelijk en effectief is. Dit in goed overleg met diverse partijen, waaronder de Europese Commissie.

Openheid en neutraliteit, noodzakelijke voorwaarden voor de digitale snelweg

Net zoals het fysieke wegennet essentieel is voor de economie van fysieke producten en diensten, is het digitale wegennet essentieel voor de economie van digitale producten en diensten. De positieve neveneffecten van goede infrastructuur zijn logischerwijs het grootste wanneer deze voor iedereen vrij toegankelijk is onder dezelfde voorwaarden. Wanneer iedereen kan participeren en innoveren, plukt de maatschappij als geheel daar de vruchten van. De capaciteit voor burgers om vrij en ongehinderd

informatie met elkaar te delen, is bovendien van essentieel belang voor het functioneren van ons democratische publieke bestel en een fundamenteel recht van iedere burger in een democratische rechtsstaat.

Een maatschappij waar alleen tolwegen bestaan waar wordt afgerekend op basis van de waarde van de vervoerde inhoud, is een maatschappij die economisch en sociaal aan alle kanten wordt ingehaald. Dat geldt net zo goed voor digitale snelwegen waarover pakketjes met bits en bytes worden vervoerd als voor fysieke snelwegen waarover mensen en goederen worden vervoerd. Slim beleid vereist dus een open en neutraal digitaal wegennet.

Regio Rivierenland zet zich ten volle in voor het realiseren van een optimale digitale infrastructuur voor nu en voor de toekomst.

Eindnoten

ⁱ M. Fornefeld, G. Delaunay, and D. Elixmann, 'The Impact of Broadband on Growth and Productivity', een studie die voor de Europese Commissie is gepubliceerd in 2008 (<http://www8.gsb.columbia.edu/citi/sites/citi/files/Panel%203.Martin%20Fornefeld%20paper.pdf>).

ⁱⁱ E. Bohlin, 'Broadband speed impact on GDP growth and household income: comparing OECD and BRIC', gepresenteerd voor de ITU Workshop: 'New Trends for Building and Financing Broadband: Policies and Economies', 24-25 september 2013 Manama, Bahrain (<http://www.intelligentcommunity.org/clientuploads/PDFs/S1-Erikpollin.pdf>).

ⁱⁱⁱ Zie ook Belli & Van Bergen, 'Protecting Human Rights through Network Neutrality', p. 21. ([http://www.coe.int/t/dghl/standardsetting/media/CDMSI/CDMSI\(2013\)Misc19_en.pdf](http://www.coe.int/t/dghl/standardsetting/media/CDMSI/CDMSI(2013)Misc19_en.pdf)).

^{iv} In 1994 zei Al Gore in zijn beroemde speech voor de ITU dat de 'global information infrastructure' (zoals hij het internet destijds noemde) de potentie zou hebben om een nieuw Atheens tijdperk van democratie in te luiden. Zie <http://vlib.iue.it/history/internet/algospeech.html>.

^v De Raad van Europa beveelt lidstaten aan om digitale techniek in te zetten ter bevordering van democratische processen. Zie bijvoorbeeld <http://hub.coe.int/the-internet-a-public-service-accessible-by-everyone>.

^{vi} Ondernemers zijn momenteel bijvoorbeeld al verplicht om digitaal aangifte te doen. Particulieren mogen nog op papier aangifte doen, maar de belastingdienst zelf ontvangt veel liever digitale aangiftes, omdat deze veel sneller, efficiënter en goedkoper te verwerken zijn.

^{vii} Eén van de nieuwe wetten en besluiten die recent via het internet ter consultatie zijn voorgebracht, is het Besluit digitalisering burgerlijk procesrecht en bestuursprocesrecht (<http://www.internetconsultatie.nl/amvbkei>). Daarmee zal het gebruik van internet en ICT in de rechtspraak verder toenemen.

^{viii} Hoewel het in Nederland (nog steeds) geen officieel regeringsstandpunt is, blijkt uit onderzoek van de BBC uit 2010, dat 4 van de 5 mensen in 26 landen internettoegang als fundamenteel recht beschouwen, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/8548190.stm>. Bijvoorbeeld de Raad van Europa onderkent ook in diverse documenten de 'public service value' van het internet en heeft het waarborgen daarvan als belangrijk beleidsdoel vastgesteld. Zie bijvoorbeeld Recommendation CM/Rec(2007)16 of the Committee of Ministers to member states on measures to promote the public service value of the Internet <https://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?id=1207291>. De Amerikaanse minister van buitenlandse zaken (Kerry) noemde internettoegang in april 2014 een universeel mensenrecht, zie bijv. <http://www.humanrights.gov/2014/04/28/secretary-kerry-on-freedom-and-the-internet/>.

^{ix} Artikel 2.1 van het Besluit universele dienstverlening en eindgebruikersbelangen bepaalt dat aansluitingen datasnelheden moeten bieden die toereikend zijn voor functionele toegang tot het internet (http://wetten.overheid.nl/BWBR0016698/geldigheidsdatum_09-12-2014#Hoofdstuk2_21). Volgens de toelichting bij dat besluit wordt daarmee bedoeld minimaal 56 kbps. In 2014 kan een dergelijke snelheid echter niet meer als toereikend voor functionele toegang tot het internet worden beschouwd. Sinds eind 2013 is binnen de hele EU basisbreedband via satelliet mogelijk, met downloadsnelheden tot maximaal 20 mbps. Daar moet dan wel een schotel voor worden aangeschaft. (http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-968_en.htm) Wat de gemiddelde daadwerkelijk gerealiseerde snelheden zijn, is niet bekend.

^x Zie de motie die kamerleden Mulder en Oosenbrug indienden begin 2014 en ook werd aangenomen (<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-24095-364.html>). Zie ook een uitzending van het televisieprogramma Kassa over traag internet in het buitengebied (<http://kassa.vara.nl/tv/afspeelpagina/fragment/traag-internet-in-het-buitengebied/speel/1/>).

^{xi} Brief van minister Kamp (EZ) aan de Tweede Kamer over de situatie rond breedband in de buitengebieden van Nederland, d.d. 16 december 2013 (<http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2013/12/16/kamerbrief-over-breedband-in-de-nederlandse-buitengebieden/kamerbrief-over-breedband-in-de-nederlandse-buitengebieden.pdf>).

^{xii} Gepubliceerd via <https://www.acm.nl/nl/publicaties/publicatie/13552/Telecommonitor-tweede-kwartaal-2014/>.

^{xiii} Digitale Agenda voor Europa (http://europa.eu/pol/pdf/flipbook/nl/digital_agenda_nl.pdf).

^{xiv} Gepubliceerd via http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/dae/document.cfm?doc_id=5810.

^{xv} Zie bijv. ITU 2012, 'Strategies for the promotion of broadband services and infrastructure: a case study on Romania', p. 15 (http://www.itu.int/ITU-D/treg/broadband/BB_MDG_Romania_BBCOM.pdf).

^{xvi} Diffraction Analysis 2012, 'Stockholm's Stokab: A Blueprint for Ubiquitous Fiber Connectivity?' (http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2114138).

^{xvii} Kassa uitzending 3 mei 2014, (http://kassa.vara.nl/tv/afspeelpagina/?tx_varakassamedia%5Buid%5D=4805085&cHash=72ecb808e70246525e1e8a356de463a8).

^{xviii} Quality of broadband services in the EU - SamKnows study on Internet speeds, second report (<https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/quality-broadband-services-eu-samknows-study-internet-speeds>).

^{xix} Hoe geringer de totale capaciteit van de fysieke (aansluit)netwerken en hoe groter het aantal gebruikers dat de totale capaciteit moeten delen, hoe duurder de snelste pakketten gemaakt moeten worden om in de buurt te komen van de kwaliteit die daarin wordt beloofd.

^{xx} Doordat de afstand van de klant tot de wijkkast of centrale per klant verschillend is, is het bij coax en twisted pair kopernetwerken ook moeilijker vooraf aan te geven wat de daadwerkelijk behaalde snelheid zal zijn. Daardoor kunnen consumenten minder goed weten welke kwaliteit zij in huis halen.

^{xxi} Volgens de wet van Shannon-Hartley wordt de maximale kanaalcapaciteit beperkt door de bandbreedte van het kanaal (x mhz of ghz). Bij koperkabels en de ether is de bandbreedte zeer beperkt ten opzichte van glasvezelkabels, waardoor de fysieke limiet veel dichterbij ligt. De bandbreedte van glasvezelkabels ligt letterlijk duizenden malen hoger dan van koperkabels. Het moment dat glasvezelkabels de beperkende factor worden, ligt dus zeer ver vooruit, pas bij snelheden die vele duizenden malen hoger liggen dan nu tegen normale prijzen beschikbaar zijn voor consumenten. Om een indicatie te geven: in 2011 was het record over glasvezel al 100 tbps (1 terabit = 1000 gigabit), volgens (<http://www.popsci.com/technology/article/2011-04/two-different-fiber-optic-technologies-top-100-terabit-second-speeds-fastest-ever>). In 2014 is het record in Nederland gevestigd op 255 tbps. Zie <http://www.nu.nl/internet/3912978/recordpakket-data-glasvezel-gestuurd.html>.

^{xxii} Broadband Investment Guide, p. 19 and 21.

(http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/dae/document.cfm?doc_id=6908).

^{xxiii} De vertraging die ontstaat door de tijd tussen het moment waarop digitale pakketjes worden verstuurd en worden ontvangen.

^{xxiv} Het fenomeen dat pakketjes met digitale informatie in een stroom van digitaal verkeer op verschillende momenten aankomen, wordt jitter genoemd. Hoe meer jitter, hoe lager de kwaliteit van verbinding. Met name bij 'real time' toepassingen, zoals videobellen en gaming heeft jitter sterke nadelige effecten.

^{xxv} De totale capaciteit van een breedbandaansluiting voor consumenten en klein-zakelijke klanten, is meestal verdeeld over een x aantal klanten. Wanneer meer klanten die de totale capaciteit delen, tegelijkertijd gebruik maken van hun verbinding, daalt de snelheid die zij kunnen halen. De mate waarin de capaciteit wordt gedeeld met anderen, wordt gewoonlijk uitgedrukt als de overboekingsfactor.

^{xxvi} Dit worden ook wel externe effecten of spillovers genoemd. Zeker bij infrastructuur spelen deze spillovers een belangrijke rol. Hierover is veel economische kennis beschikbaar, zie bijvoorbeeld B. Frischmann, 'Infrastructure: The Social Value of Shared Resources', Oxford University Press 2013. Diverse hoofdstukken van dit boek zijn gratis beschikbaar via SSRN (http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2000962). Via Youtube is een college van een uur te bekijken van prof Frischmann (Stanford) (<https://www.youtube.com/watch?v=ASnvCWIGZal>).

^{xxvii} Zie in dit verband ook de bijdrage van de EU aan de OECD Working Party No. 2 on Competition and Regulation, 'Financing the roll-out of broadband networks', 16 juni 2014, p. 4 (http://ec.europa.eu/competition/international/multilateral/2014_jun_broadband_networks_en.pdf).

^{xxviii} Om de potentie van moderne technieken zoals LTE te benutten, moet de mast zelf overigens wel zijn aangesloten op glasvezel.

^{xxix} Zie bijvoorbeeld The Verge, 23 november 2011, 'Verizon LTE torture test: Why 4G can't replace your DSL (yet)' (<http://www.theverge.com/2011/11/23/2578711/verizon-lte-explained>).

^{xxx} <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/>. De Parlementaire Vergadering van de Raad van Europa nam in 2011 een resolutie aan die tot voorzichtigheid maant (<http://assembly.coe.int/mainf.asp?link=/documents/adoptedtext/ta11/eres1815.htm>).

^{xxxi} Zie bijvoorbeeld <http://ec.europa.eu/digital-agenda/sites/digital-agenda/files/KKAH12001ENN-chap3-PDFWEB-3.pdf>.

^{xxxii} Aan de kant van de techniek is duidelijk dat glasvezelkabels al ruim 40 jaar verreweg superieur zijn aan andere media voor dataoverdracht. In de afgelopen tijd zijn breedbandnetwerken steeds sneller geworden, mede dankzij verbetering in modulatie technieken voor elektromagnetische golven over koperkabels en door de lucht, maar daarbij worden de afstanden die kunnen worden overbrugd steeds kleiner, waardoor het glasvezel steeds verder bij de eindpunten gebracht moet worden. Niets wijst erop dat dit in de komende tijd zal gaan veranderen. Wanneer de behoefte aan capaciteit om data te verzenden en ontvangen blijft toenemen, en niets maakt aannemelijk dat dit niet zo zou zijn, zal uiteindelijk dus overall glasvezel tot de huizen en kantoren gebracht moeten worden. Hoewel techniekonafhankelijkheid een deugd kan zijn, moet daarin niet worden doorgeschoten. Overheden durven ook te erkennen dat auto's sneller zijn dan paard en wagen en dat er dus snelwegen nodig zijn voor auto's, in plaats van zandwegen die voor paard en wagen prima zouden voldoen. Hetzelfde behoort te gelden voor glasvezelnetwerken tegen kopernetwerken.

^{xxxiii} Acreo 2013, 'Stokab, a socio-economic analysis summary' (https://www.acreo.se/sites/default/files/pub/acreo.se/EXPERTISE/broadband/socio-economic_return_of_stokab_investment_twocolumns_notjustify.pdf).

^{xxxiv} FTTH Case Study May 2013, 'AB Stokab, Stockholm makes hi-tech economy and society a reality. Council-owned AB Stokab rolls out large-scale dark fibre network across city' (http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/dae/document.cfm?doc_id=5037).