

TV kijken via internet: Op zoek naar de grenzen van het Nederlandse internetecosysteem

Steeds meer Nederlanders kijken TV via internet. Dit wordt ook wel over-the-top (OTT) kijken genoemd. De vraag is in welke mate het huidige internetecosysteem in Nederland deze groei aankan. Wat zou er gebeuren als iedereen ineens OTT zou gaan kijken? Om deze vraag te beantwoorden is een simulatie gemaakt van het Nederlandse internetecosysteem. Op basis van een groot aantal bronnen en onze ruime ervaring in de telecomsector is een omvangrijk rekenmodel ontwikkeld.

De conclusie van dit onderzoek is dat het huidige internetecosysteem in Nederland niet geschikt is voor grootschalig gebruik van OTT. Bij HD-kwaliteit (3,5 Mbit/s) kan een kijkdichtheid van maximaal circa 10 % worden gerealiseerd.

De exacte grenzen hangen onder meer af van het tijdstip, de locatie van kijkers en de contentaanbieder. Om een substantieel hogere kijkdichtheid te kunnen faciliteren, dienen nagenoeg alle delen van het ecosysteem verbeterd te worden.

Upgrades van het ecosysteem zijn technisch goed mogelijk, maar er zijn grote verschillen in de business case. De kosten voor het verbeteren van aansluitnetwerken zijn veelal zeer hoog en de realisatie vraagt veel tijd. Voor corenetwerken zijn zowel kosten als doorlooptijd een ordergrootte kleiner. Bij peering gaat het vooral om een strategisch vraagstuk waar contentaanbieder en ISP onderling tot goede afspraken moeten komen.

ir. ing. Reg Brennenraedts MBA, ir. Tommy van der Vorst, ir. Wazir Sahebali

Opdrachtgever:
NPO

Publicatienummer:
2019.171-2016

Datum:
Utrecht, 19 juni 2020

1 Inleiding

Distributie van radio en televisiecontent via het open internet, aangeduid als 'OTT-distributie' (*over-the-top*), krijgt een steeds grotere rol in het Nederlandse medialandschap. De NPO is -onder meer- als aanbieder van NPO Start een relevante partij in dit geheel. NPO heeft aan Dialogic gevraagd om een onderzoek uit te voeren naar het Nederlandse internetecosysteem waarbij de focus ligt op OTT-video en audio. In dit rapport gaan wij in op de volgende onderzoeksvragen:

- Hoe is het Nederlandse internetecosysteem in relatie tot OTT opgebouwd?
- Wat zijn de beperkingen van het Nederlandse internetecosysteem ten aanzien van de (OTT-)distributie van radio- en televisiecontent?
- Hoe kunnen deze beperkingen worden opgelost en wat is de impact hiervan?

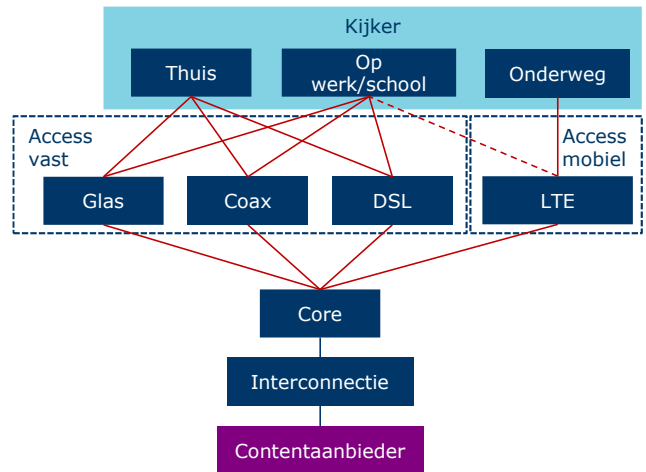
De vragen worden in de volgende drie hoofdstukken besproken.

Dit rapport is een publieksversie van een meer technisch rapport. We presenteren conclusies op hoofdlijnen en gaan niet in op uitzonderingssituaties. Om dit onderzoek uit te voeren is een uitvoerig rekenmodel ontwikkeld waarin het Nederlandse internetecosysteem wordt gesimuleerd. De NPO beschikt over dit model. Ook technische details over het rekenmodel en het ecosysteem laten we buiten beschouwing.

Omdat het beluisteren van radio via het internet weinig beperkingen kent, ligt de focus in het rapport op video-content.

2 OTT in Nederland

Het ecosysteem om radio te luisteren en TV te kijken via internet bestaat uit vijf afzonderlijke elementen: kijkers, aansluitnetwerken, de corenetwerken, de interconnectie tussen ISP's (internet service providers) en contentaanbieders. Onderstaande afbeelding toont deze vijf elementen. Daarna gaan we nader in op deze vijf aspecten en hun onderlinge samenhang.



Figuur 1. Het pad tussen kijker en contentaanbieder bij OTT-distributie

De OTT-kijkers

De afgelopen jaren heeft het kijken naar TV via internet een vlucht genomen. Terwijl het aandeel OTT abonnementen in Europa in 2008 zeer gering was, was dit in 2017 al gegroeid naar een aandeel van ruim 24% van alle audio- en video-abonnementen¹. In 2018 lag het maandelijks gemiddelde aantal Nederlanders dat online TV had gekeken rond de 3 miljoen.² Hoewel het aantal kijkers van online TV voor de twee voorgaande jaren niet veel verschilde, zijn er in de afgelopen jaren veel nieuwe aanbieders opgekomen van OTT-content in het algemeen (dus niet gelimiteerd tot slechts TV-uitzendingen).

Tegenwoordig kan er bijna overal TV gekeken worden via internet. Een groot deel van de consumptie zal thuis plaatsvinden. Maar via mobiele netwerken kunnen kijkers ook onderweg TV kijken. Tot slot zien we dat een deel van de OTT-consumptie in een

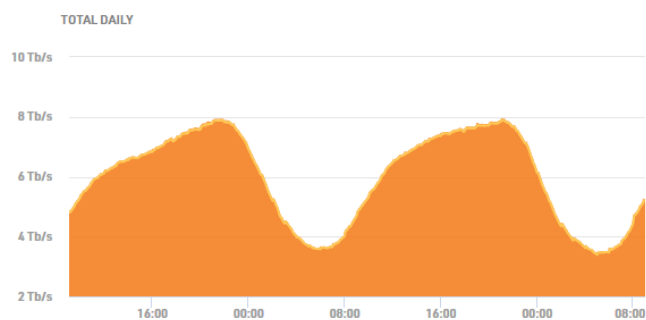
¹ [rm.coe.int]

² [kijkonderzoek.nl]

werkomgeving plaatsvindt. Sportevenementen, zoals de Tour de France, zijn hiervan een goed voorbeeld.

Voor OTT-consumptie zal de kijker gebruik moeten maken van een aansluitnetwerk. Dit hangt zeer sterk samen met de locatie van de kijker. Onderweg zal dit per definitie een mobiel netwerk, zoals 4G, zijn. Thuis, op het werk en op school zal dit in veel gevallen een vast netwerk zijn.

Het moment waarop OTT geconsumeerd wordt heeft een flinke impact op het ecosysteem. Ten eerste is er een sterk verband tussen het moment en de locatie van de kijkers: Een dinsdagavond om 17.00 uur kent veel meer kijkers onderweg dan een zondagochtend. Ten tweede bepaalt het tijdstip ook de mate van ander (concurrerend) verkeer op de netwerken, zoals de onderstaande afbeelding goed laat zien.



Figuur 2. Verloop van verkeer over de dag op de AMS-IX³

In het rekenmodel redeneren wij vanuit kijkdichtheid: *welk deel van de Nederlandse bevolking maakt op een bepaald moment gebruik van (bepaalde) OTT-content*. Verder houden we er rekening mee dat in sommige gevallen meerdere gebruikers via één scherm naar dezelfde stream kijken. In Tabel 1 wordt aangegeven wat een bepaalde kijkdichtheid over heel Nederland betekent voor het aantal kijkers per aansluitnetwerk. De 10% is vergelijkbaar met een populaire talkshow met 2 miljoen kijkers, 20% met een finale van een grote talentenjacht met 3 miljoen kijkers en 50% met een calamiteitsituatie met 8 miljoen kijkers. Het percentage van de kijkdichtheid dat in dit rapport gebruikt wordt zegt dus telkens iets over het aantal kijkers in heel Nederland dat een stream kijkt. Als een bepaald aantal kijkers in Nederland OTT-content consumeert, dan kijkt

³ Bron: ams-ix.net

natuurlijk niet iedereen via hetzelfde netwerk. Daarom is hier een bepaalde verdeling over de netwerken aangenomen.⁴

Tabel 1. Het aantal kijkers per netwerk voor verschillende kijkdichtheden (aantallen in miljoenen kijkers)

Kijkdichtheid	DSL	Coax	LTE	FttH	Totaal
10%	0,5	0,6	0,3	0,2	2,0
20%	1,0	1,0	0,6	0,4	3,0
30%	1,0	2,0	1,0	0,6	5,0
40%	2,0	2,0	1,0	0,8	6,0
50%	2,0	3,0	2,0	1,0	8,0
60%	3,0	4,0	2,0	1,0	10,0
70%	3,0	4,0	2,0	1,0	11,0
80%	4,0	5,0	3,0	2,0	13,0
90%	4,0	5,0	3,0	2,0	14,0
100%	5,0	6,0	3,0	2,0	16,0

De aansluitnetwerken

Via een internet service provider (ISP) komt een gebruiker op het internet. De vier grootste ISP's (KPN, VodafoneZiggo, Delta Fiber en T-Mobile) zijn verantwoordelijk voor circa 95% markt.

De ISP's maken op hun beurt gebruik van aansluitnetwerken om hun diensten over te leveren. Er zijn drie vaste aansluitnetwerken in Nederland: DSL (ruim 35% marktaandeel), glasvezel (ruim 15% marktaandeel) en coax (ruim 45% marktaandeel). Daarnaast hebben drie partijen een 4G-netwerk: KPN, VodafoneZiggo en T-Mobile.

De corenetwerken

Al het OTT-verkeer loopt over corenetwerken. Deze netwerken verbinden de aansluitnetwerken met de peering locaties waar interconnectie plaatsvindt. De core netwerken bestaan bijna volledig uit glasvezel en voor een klein deel uit straalverbindingen. De netwerken zijn typisch opgebouwd uit ringen. Er zijn enkele nationale ringen. Op deze nationale ringen koppelen regionale ringen in. Op deze regionale ringen koppelen lokale ringen in. De lokale ringen verbinden de locaties aan de aansluitnetwerken. De

⁴ Deze aantallen zijn gebaseerd op het aantal abonnees, een verschillend meekijkpercentage per netwerk en een verdeling van kijkers over verschillende locatie-typen.

onderstaande afbeelding toont schematisch hoe drie van deze ringen eruit zouden kunnen zien.



Figuur 3. Schematische weergave van één nationale, één regionale en één lokale glasvezelring

Interconnectie

Helemaal boven in het netwerk van de ISP komt al hun verkeer op één of enkele locaties samen. Hier moet een koppeling worden gelegd tussen de partijen die (OTT)content aanbieden en de ISP's. Dit wordt peering genoemd. Onder welke condities dit gaat ("wie betaalt wie?") hangt vooral af van de onderhandelingspositie van de contentaanbieder versus de ISP. Maar in veel gevallen is er sprake van handel met gesloten beurzen.

Er zijn twee methodes die toegepast worden. Bij private peering is er een directe link tussen de content aanbieder en ISP. Dit model zien we vooral bij grote aanbieders en afnemers voorkomen. Maar dit model schaaft lastig op: Omdat er duizenden aanbieders zijn van OTT en tientallen ISP's in Nederland, zou het betekenen dat er tienduizenden verbindingen moeten worden gemaakt. Daarom is er ook public peering. Hierbij komt een groot aantal content aanbieders en ISP's samen naar één internet exchange. De AMS-IX is het beste voorbeeld hiervan.

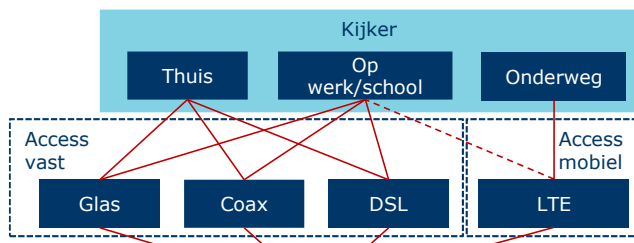
Content

De kijker heeft uiteraard geen boodschap aan aansluitnetwerken, corenetwerken en peering. Voor de kijker telt alleen de content. De markt voor OTT is mondiaal en kent een complexe dynamiek. De laatste circa vijf jaar hebben betaalde platformen met unieke content een flinke groei doorgemaakt. Denk aan Netflix, Disney+, Videoland, Amazon Prime en Apple TV. Daarnaast bedienen OTT-platformen die reguliere TV-content aanbieden een flink deel van de markt. Deels komt dit vanuit de content aanbieders (NPO Start, NLZIET, RTLXL), deels vanuit de distributeurs van TV (KPN iTV, Ziggo Go, T-Mobile TV Anywhere). Tot slot zijn er allerlei generieke OTT-platformen waarvan YouTube de bekendste is.

3 De beperkingen van OTT

In het vorige hoofdstuk hebben we gezien hoe de OTT-keten in Nederland eruitziet. In dit hoofdstuk gaan we in op de beperkingen van OTT. Met ons uitvoerige rekenmodel kunnen wij op verschillende niveaus de beperkingen in kaart brengen. Wij kunnen per onderdeel van het ecosysteem in kaart brengen bij welke belasting het tegen de grenzen aan gaat lopen. Hieronder bespreken we dit voor de aansluitnetwerken, de corenetwerken, de interconnectie en de contentaanbieder.

Aansluitnetwerken



Figuur 4. Het pad tussen kijker en aansluitnetwerk

De aansluitnetwerken zijn de verbindingen tussen het laatste aggregatiepunt in het netwerk en de huisaansluiting (of het mobiele apparaat) van de kijker. Het wordt ook wel de *last mile* genoemd. In deze paragraaf laten wij zien wanneer er beperkingen optreden op deze verbindingen. De kijkdichtheid geeft hier aan hoeveel procent van de Nederlandse kijkers een bepaald type stream over het internet in Nederland kijkt (Tabel 1).

Op het moment dat de eerste kijkers problemen beginnen te krijgen kent het netwerk een beperking. We hanteren de kijkdichtheid waarop nog *net* iedereen kan kijken als de indicator van de maximale capaciteit van het netwerk. Daarnaast zullen we ook aangeven welk deel van de kijkers bij welke kijkdichtheid nog kan kijken.

Voor we ingaan op de verschillende infrastructuren lichten we toe wat de cijfers in de tabellen precies betekenen. Voor audio hanteren we een kwaliteit van 128 kbit/s. Hiermee kan een goede kwaliteit worden gerealiseerd, maar het is uiteraard ook mogelijk om

een hogere of lagere kwaliteit (en dus hogere of lagere bandbreedte) te hanteren. Voor video werken we met drie kwaliteiten: SD (2 Mbit/s), HD (3,5 Mbit/s) en HD (8 Mbit/s). Bij de laatste kwaliteit is 4K UHD mogelijk.

Het gebruik wordt uitgedrukt in "kijkdichtheid". Bij een kijkdichtheid van 100% kijken alle Nederlandse TV-kijkers. Deze kijkers maken gebruik van verschillende aansluitnetwerken. Een kijkdichtheid van 100% betekent bijvoorbeeld dat er 5 miljoen kijkers zijn via DSL.⁵

De locatie van kijkers verschuift over de dag. Daarmee verschuift ook de belasting van verschillende netwerken: In de spits worden bijvoorbeeld mobiele netwerken veel meer gebruikt. Bij de analyse in dit document gaan we uit van een dag in het weekend. De verdeling over de netwerken die hieruit volgt is terug te vinden in Tabel 1. Het regulier moment bepaalt dat de drukte van overig verkeer op het internet op een gemiddeld niveau ligt.

Glasvezel

Glasvezelverbindingen zijn hoogwaardige internetverbindingen. De FttH-verbindingen (Fiber-to-the-Home) verbindingen in Nederland worden veelal aangeboden met snelheden tussen de 100 Mbit/s en 1 Gbit/s. Oftewel, de capaciteit van deze verbindingen is niet gemakkelijk te overschrijden. Daardoor zullen hier over het algemeen geen beperkingen optreden in het aansluitnetwerk bij het afspelen van OTT content, zelfs bij HD-videostreams.

⁵ Als het gaat om audio, dan moet uiteraard over "luisterdichtheid" worden gesproken; omwille van de

leesbaarheid van het stuk hanteren we de term 'kijkdichtheid' voor beiden.

DSL (koper)

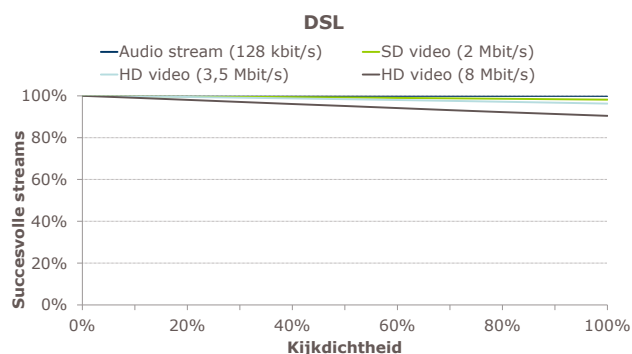
De DSL-netwerken bestaan uit de kopernetwerken van KPN, die initieel voor telefonie zijn aangelegd. De *last mile* van de DSL-netwerken wordt voornamelijk beperkt door de capaciteit van de koperkabel en de daarop aangesloten apparatuur.

Als er via het DSL-netwerk gekeken wordt naar wanneer er problemen in het netwerk optreden (zie Tabel 2), dan valt op dat er bij een audio-stream in geen enkel geval problemen optreden door de capaciteit van de DSL-aansluiting. Maar voor video zullen er al bij een heel lage kijkdichtheid over alle netwerken kijkers zijn die via het DSL-netwerk niet succesvol de videostream kunnen kijken. Bij enkele honderdduizenden kijkers van videostreams begint het DSL-netwerk hier dus al vast te lopen.

Type	Kwaliteit	Kijkdichtheid	DSL-kijkers (miljoen)
Audio	128 Kbit/s	100%	5
SD-video	2 Mbit/s	5%	0,2
HD-video	3,5 Mbit/s	3%	0,1
HD-video ⁶	8 Mbit/s	2%	92k

Tabel 2. Vanaf welk aantal kijkers loopt het vast voor DSL?

In Figuur 5 is te zien hoe de beperkingen uitwerken op het DSL-netwerk onder verschillende kijkdichtheden over heel Nederland. Aangezien er DSL-aansluitingen zijn die sowieso al geen 2 Mbit/s aankunnen zou het bij de eerste 10% kijkers al voorkomen dat er kijkers zijn die niet naar de SD-videostream kunnen kijken. Hier dient wel bij opgemerkt te worden dat de backplane van DSL hier niet in meegenomen is. Dat wordt bij de paragraaf over de corenetwerken behandeld.



Kijkdichtheid:	10%	20%	50%
Aantal kijkers DSL (miljoen):	0,5	0,1	2
<i>Succesvolle streams</i>			
Audio (128 kbit/s):	100%	100%	100%
SD video (2 Mbit/s):	99,9%	99,7%	99,2%
HD video (3,5 Mbit/s):	99,7%	99,4%	98,4%
HD video (8 Mbit/s):	99,1%	98,1%	95,1%

Figuur 5. Beperkingen op de last mile van DSL-netwerken

Als heel Nederland een HD-videostream (8 Mbit/s) kijkt, dan zou 10% van de streams via het DSL-netwerk onvolledig aankomen. Het percentage succesvolle streams neemt hier met een redelijk rechte lijn af. Dit komt doordat er een selecte groep aan DSL-aansluitingen in Nederland is die de stream in geen enkele situatie aankunnen. Het gaat hier enkel om de aansluitingslijn en die lijn heeft voor een vaste groep aan huishoudens niet voldoende capaciteit. Dat de lijn niet heel sterk afloopt komt doordat de backplane hier niet is meegenomen en doordat het aantal kijkers hier verdeeld is over het aantal abonnees.

⁶ HD-video met 8Mbit/s kan 4K UHD realiseren

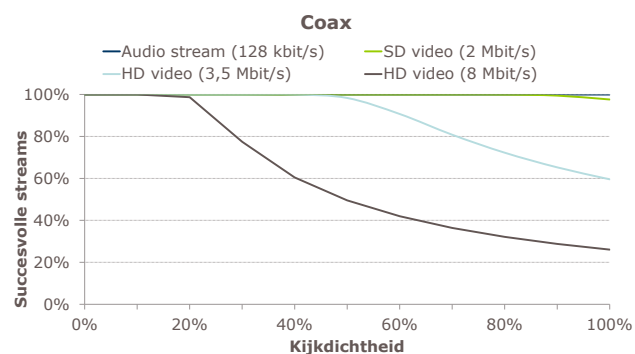
Kabel (coax)

Het coaxnetwerk is initieel voor TV-distributie aangelegd. Een coaxkabel heeft bijna altijd meer capaciteit dan een DSL-lijn. Er treden pas bij veel hogere kijkdichtheden problemen op in het coax-netwerk (Tabel 3).

Type	Kwaliteit	Kijkdichtheid	Coax-kijkers (miljoen)
Audio	128 kbit/s	100%	6
SD-video	2 Mbit/s	73%	4
HD-video	3,5 Mbit/s	38%	2
HD-video	8 Mbit/s	16%	0,1

Tabel 3. Vanaf welk aantal kijkers loopt het vast voor coax?

Een groot verschil van de coax-netwerken met de DSL-netwerken is dat er bij coax meerdere huishoudens op éénzelfde kabel (segment) aangesloten zijn. Vandaar dat er ook een knik te zien is in Figuur 6. Uiteindelijk maken namelijk alle huishoudens die aangesloten zijn op éénzelfde kabel gebruik van internet waardoor er meer van de kabel gevraagd wordt dan de kabel aan capaciteit aankan. Ten opzichte van DSL, komen de beperkingen bij coax pas aan het licht bij een relatief hoge kijkdichtheid over alle netwerken. Maar als dit verzadigingspunt bereikt is, dan daalt het aandeel succesvolle streams wel veel sterker dan bij DSL.



Kijkdichtheid:	10%	20%	50%
Aantal kijkers coax (miljoen):	0,6	1	3
<i>Succesvolle streams</i>			
Audio (128 kbit/s):	100%	100%	100%
SD video (2 Mbit/s):	100%	100%	100%
HD video (3,5 Mbit/s):	100%	100%	98,3%
HD video (8 Mbit/s):	100%	98,7%	49,5%

Figuur 6. Beperkingen op de last mile van coax-netwerken

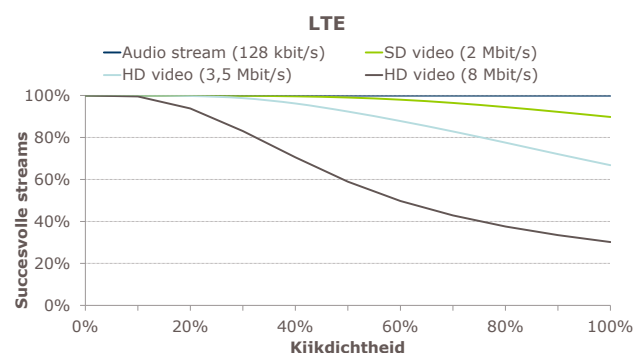
Mobiel (LTE)

In tegenstelling tot de vaste aansluitnetwerken via glasvezel, DSL en coax, maken mobiele netwerken het mogelijk om overal toegang te hebben tot content. LTE-netwerken zijn de huidige generatie mobiele-netwerken (4G). De onderstaande tabel toont dat er bij audio geen problemen optreden, maar dat de capaciteit om video te verspreiden beperkt is.

Type	Kwaliteit	Kijkdichtheid	LTE-kijkers (miljoen)
Audio	128 kbit/s	100%	3
SD-video	2 Mbit/s	17%	0,5
HD-video	3,5 Mbit/s	11%	0,4
HD-video	8 Mbit/s	6%	0,2

Tabel 4. Vanaf welk aantal kijkers loopt het vast voor LTE?

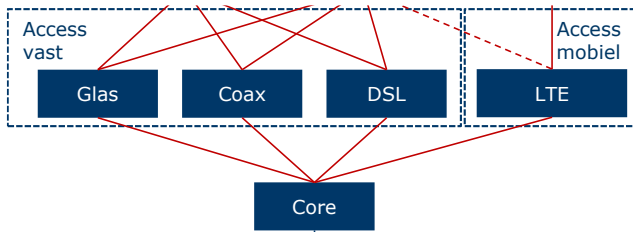
De LTE-netwerken zijn vergelijkbaar met de coax-netwerken omdat iedere aansluiting (cel) gedeeld wordt onder meerdere gebruikers. Dit is ook terug te zien in de soortgelijke trend in Figuur 7. De mobiele netwerken hebben alleen wel minder capaciteit dan coax, doordat het signaal door de lucht wordt verstuurd in plaats van via een kabel.



Kijkdichtheid:	10%	20%	50%
Aantal kijkers LTE (miljoen):	0,3	0,6	2
<i>Succesvolle streams</i>			
Audio (128 kbit/s):	100%	100%	100%
SD video (2 Mbit/s):	100%	100%	99%
HD video (3,5 Mbit/s):	100%	98,9%	92,3%
HD video (8 Mbit/s):	99,6%	93,8%	58,9%

Figuur 7. Beperkingen op de last mile van LTE-netwerken

Core



Figuur 8. Het pad tussen aansluit- en corenetwerken

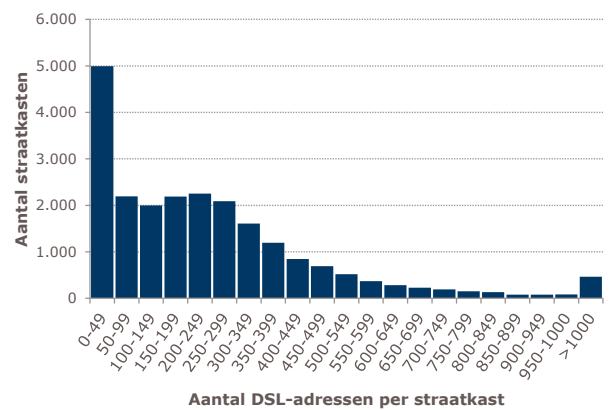
Binnen de core van een ISP lopen er verbindingen tussen de verschillende segmenten in het aansluitnetwerk en de interconnectielocatie(s). Deze lijnen hebben een typische capaciteit van enkele tot enkele tientallen Gbit/s per verbinding. Dit zijn verbindingen die veel verkeer aankunnen, maar de capaciteit van deze lijnen is desondanks (veel) kleiner dan de som van de maximumsnelheden van de aansluitverbindingen: De lijnen zijn *overboekt*. Als de abonnees samen meer verkeer genereren dan de lijn aankan dan loopt het netwerk vast. Dit gebeurt als gebruikers zich ineens anders gaan gedragen, het aantal abonnees groeit of het structurele verkeersvolume per abonnee groeit.

Hier is wellicht aardig om terug te grijpen naar Figuur 3. Het zou goed kunnen dat een lokale ring 10 Gbit/s is, met 20 koppelpunten die ieder een verkeersstroom van 1 Gbit/s kunnen genereren. Omdat er flinke variaties zijn in het verkeer kan deze overboeking tot problemen leiden in piekperiodes. Dit is overigens een eigenschap die bijna elke infrastructuur heeft. Als ieder huishouden tegelijkertijd de volledige aansluitcapaciteit van gas, water, stroom of riolering gebruikt dan kunnen ook deze infrastructuren niet aan de vraag voldoen.

In LTE- en coax-netwerken is ook al in de passieve infrastructuur van de *last mile* sprake van overboeking. Bij DSL- en glasvezelnetwerken komt dit pas een stap later aan bod: vanaf de apparatuur die de DSL- en glasvezelverbindingen activeert. In Figuur 9 is voor de DSL-straatkasten een schatting van de verdeling te zien voor het aantal DSL-huisaansluitingen dat op de straatkast is aangesloten. Hieruit blijkt dat een klein deel van de straatkasten (helemaal rechts in de afbeelding) veel adressen moet bedienen. Dit zijn de adressen waarop waarschijnlijk de

overboeking plaatsvindt. Deze adressen liggen voornamelijk in onverglaste binnensteden of aan de rand van steden. (Het aantal abonnees op DSL ligt overigens op circa een derde van het aantal aansluitingen.)

De knelpunten in de apparatuur van het accessnetwerk en de beperkingen in het corenetwerk zijn relatief eenvoudig op te lossen. Het gaat immers om een relatief beperkt aantal onderdelen, die bovendien goed toegankelijk zijn. Beperkingen in de drager van het accessnetwerk (coax, dsl, et cetera) zijn veel lastiger op te lossen omdat het er vaak toe leidt dat er kabels moeten worden opgegraven en aangepast.

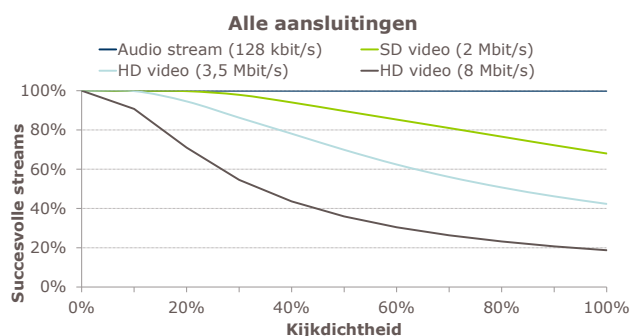


Figuur 9. Verdeling DSL-adressen⁷ over straatkasten

⁷ Dit zijn enkel adressen met een DSL-aansluiting die daarnaast geen FttH-aansluiting hebben.

Beperkingen core en aansluitnetwerken samen

In de onderstaande grafiek (Figuur 10) zijn de effecten van de beperkingen te zien voor alle aansluit- en corenetwerken samen. Ook nu de core wordt meegenomen kan een standaard radiostream nog zonder beperkingen 16 miljoen luisteraars bereiken (kijkdichtheid van 100%). Voor videostreams blijkt dit een stuk moeilijker. Met een kijkdichtheid van 100% bij een Standard Definition (SD) video stream kunnen minder dan 70% van de streams zonder beperkingen bekeken worden. Voor High Definition (HD) video's (8 Mbit/s) daalt dit al richting de 20%.



Kijkdichtheid:	10%	20%	50%
Landelijk aantal kijkers (miljoen):	2	3	8
Audio (128 kbit/s):	100%	100%	100%
SD video (2 Mbit/s):	100%	99,7%	89,6%
HD video (3,5 Mbit/s):	99,8%	94,5%	69,9%
HD video (8 Mbit/s):	90,7%	71%	35,9%

Figuur 10. Aandeel succesvolle streams bij verschillende kijkdichtheden en soorten content

Interconnectie

Bij interconnectie gaat het om een groot aantal verschillende verbindingen tussen contentaanbieders en ISP's. Kenmerkend aan deze wereld is het feit dat veel van de overeenkomsten tussen deze partijen vertrouwelijk zijn. We weten dus niet in detail hoe deze afspraken eruit zien.

Wat we wel weten is dat interconnectieverbindingen gebaseerd zijn op de huidige vraag. Indien er in een korte tijd een grote verschuiving is van de vraag, dan zullen er flinke beperkingen optreden. De huidige overeenkomsten zijn hier namelijk niet op ingericht. Er zal dus opnieuw tussen partijen onderhandeld moeten worden voor een verhoging van de capaciteit op een bestaande verbinding of voor het opzetten van een nieuwe verbinding tussen partijen die voorheen nog geen relatie met elkaar aangegaan zijn.

Content

Leveranciers van content plaatsen deze content op hun servers. Van daaruit kunnen eindgebruikers er gebruik van maken. Er zijn eindeloze opties om deze technische infrastructuur vorm te geven. Echter, in alle gevallen kunnen zij een beperkt aantal streams uitserveren. Ook hier geldt dat de huidige inrichting gebaseerd is op de huidige vraag. Een sterke afwijking zal zorgen voor een overbelasting van de systemen.

Omdat zowel interconnectie als het aanleveren van content zeer complex is, zijn deze aspecten niet gemodelleerd in ons rekenmodel.

4 Oplossingen om de capaciteit te vergroten

Aansluitnetwerken

Vast – Glasvezel

In het vorige hoofdstuk is aangegeven dat er bij glasvezel geen beperkingen zijn. Er hoeft dus niets te worden aangepast. Er kan wellicht enige zorg zijn over nieuwere FttH-netwerken waarbij gebruik gemaakt wordt van de PON-techniek. Het gevolg hiervan is dat er, net zoals bij coax, een gedeelde lijn ontstaat. De capaciteit van een glasvezelkabel is echter veel hoger dan de capaciteit van een coaxkabel. Hierdoor zal dit waarschijnlijk niet direct problemen opleveren.

Vast – DSL

Doordat de koperlijnen in DSL-netwerken weinig capaciteit hebben en er typisch een grote afstand is tussen klant en wijkcentrale of straatkast, zijn DSL-verbindingen relatief langzaam. Er is geen eenvoudige mogelijkheid om de capaciteit te verhogen. Om extra capaciteit te realiseren zullen de aansluitingen met een laagwaardige DSL-aansluiting aangepakt moeten worden.

In de kernen kunnen deze aansluitingen opgewaardeerd worden naar VDSL2 waardoor de efficiëntie van de verbinding verbeterd wordt. Ook kan de DSL-lijn verkort worden door de straatkast dichterbij de aansluiting te zetten.

De problemen liggen bij DSL echter met name in het buitengebied. In deze gebieden hebben veel DSL-verbindingen een lage snelheid omdat de afstand van klant naar de wijkcentrale of straatkast heel groot is. Daarnaast hebben de bewoners van het buitengebied vaak ook geen andere opties: Er is veelal geen coaxnetwerk, de dekking van mobiele netwerken is matig en er is ook geen glasvezelnetwerk.

Voor zowel de kernen als de buitengebieden is de uitrol van een glasvezelnetwerk de meest voor de hand liggende en toekomstvaste oplossing. Er zijn veel initiatieven om dit in de kernen en de buitengebieden te realiseren. Dit is echter een zaak van de

lange adem: Het duurt jaren en vergt miljarden om alle aansluitingen om te bouwen.

Vast – Coax

In het voorgaande hoofdstuk kwam naar voren dat de beperkingen op de coax-netwerken met name veroorzaakt worden doordat meerdere huishoudens dezelfde kabel moeten delen.

Ook hier kan de efficiëntie van het netwerk verbeterd worden. Operators van coax-netwerken zijn momenteel al bezig met het opwaarderen van de netwerken naar DOCSIS 3.1. Het opsplitsen van segmenten is daarnaast ook een mogelijke oplossingsrichting. Hierdoor zitten er uiteindelijk minder huishoudens op eenzelfde kabel aangesloten. Deze oplossing is echter meer arbeidsintensief dan het opwaarderen naar DOCSIS 3.1, aangezien er voor het splitsen van de segmenten graafwerkzaamheden nodig zijn en er bijvoorbeeld nieuwe straatkasten en wijkcentrales moeten worden geplaatst. Gezien de huidige ontwikkelingen ligt het opwaarderen van het netwerk in dit geval dus veel meer voor de hand.

Mobiel – LTE

Voor alle LTE-netwerken staat een opwaardering naar 5G op de agenda. 5G verhoogt de efficiëntie en daarmee de capaciteit van de verbinding. Daarbovenop komt er in de aankomende spectrumveilingen ook meer spectrum vrij. Als operators binnen die veilingen spectrum weten te verwerven en inzetten met 5G, dan levert dat eveneens substantiële capaciteitsverhogingen op. Er kan hiernaast ook nog worden ingezet op netwerkverdichting, waardoor de gelimiteerde capaciteit per cel onder minder abonnees hoeft te worden verdeeld.

Geregeld wordt 5G gezien als oplossing voor veel problemen met connectiviteit. Het 5G-radioprotocol (5G NR) zou op papier tot enkele tientallen procenten meer data (per seconde en per hoeveelheid spectrum) moeten kunnen overbrengen dan 4G (LTE).⁸ Zelfs bij een dergelijke toename is de capaciteit per cel echter nog niet voldoende voor grootschalige OTT-distributie van televisie. Aangezien spectrum schaars is, ligt de oplossing in het gebruik van radiotechnieken als *massive MIMO* en het sterk vergroten van het aantal basisstations (waaronder *small cells*).

⁸ Zie o.a. [qualcomm.com]

Alternatieve oplossing: P2P

Een andere manier om te voorkomen dat verkeer helemaal van boven naar beneden door een netwerk heen moet lopen, is de inzet van P2P-technologie. Gebruikers 'helpen mee' met de distributie van het verkeer door delen te distribueren naar andere kijkers. Wanneer veel gebruikers dezelfde content opvragen hoeft er minder verkeer het pad van gebruiker naar contentleverancier af te leggen. Het verkeer blijft *bovenin* in het netwerk tussen verschillende klanten.

Intelligente implementaties bepalen zelf wanneer P2P opportuun is en kunnen een slimme selectie maken van gebruikers waarmee wordt uitgewisseld (bijvoorbeeld binnen hetzelfde AS of IP-subnet). Maar P2P werkt alleen goed als eindgebruikers ook de benodigde uploadcapaciteit hebben. Het kan daarnaast behoorlijk inefficiënt zijn wanneer gebruikers tussen verschillende ISP's elkaar gaan 'helpen': het verkeer loopt dan uiteindelijk vaak alsnog via dezelfde (soms beperkende) verbindingen. Er zijn ook andere nadelen, zoals complexiteit van implementatie, verhoogd datagebruik (problematisch op verbindingen met een databundel, zoals mobiel) en wellicht verhoogd energiegebruik bij de eindgebruiker.

Core

Binnen de core zijn er twee punten die kunnen worden aangepakt. Ten eerste kunnen er meer glasvezelverbindingen binnen de core worden gerealiseerd. Hierdoor wordt de eventueel beperkte capaciteit tussen verschillende knooppunten in het corenetwerk uitgebreid. Ten tweede kan er transmissieapparatuur vervangen worden door apparatuur met een hogere capaciteit zodat er minder overboeking plaatsvindt. Of er meer glasvezel wordt ingezet of betere apparatuur wordt ingezet is een bedrijfs-economische afweging.

Alternatieve oplossing: Multicast & broadcast

Bijna al het verkeer op internet is unicast. Als één miljoen mensen tegelijkertijd een lineaire TV stream van 2 Mbit/s via internet aanzetten, dan lopen één miljoen streams van 2 Mbit/s over de core van het netwerk. Dit is een belasting van 2.000.000 Mbit/s.

⁹ Bij OTT kijkt een gebruiker via het internet naar een video. Bij IPTV wordt wel gebruik gemaakt van het Internet Protocol (IP) maar is er sprake van afgeschermd verkeer.

Een broadcastmedium, zoals een satelliet of Digtienne, zendt daarentegen maar eenmaal het signaal van 2 Mbit/s uit en iedereen ontvangt het signaal.

Het Internet Protocol (IP) biedt mogelijkheden voor broadcast en multicastverkeer. Bij broadcast komt bepaald verkeer bij alle abonnees terecht. Bij multicast bij bepaalde groepen abonnees. Voor IPTV⁹ wordt er door sommige aanbieders multicast ingezet, al wordt dit steeds vaker vervangen door unicast. Hoewel het zorgt voor een grotere verkeersstroom zijn voor de leveranciers ook voordelen: eenvoudig en meer mogelijkheden voor zaken als uitgesteld en on demand kijken.

Uit interviews binnen ons onderzoek komt naar voren dat multicast en broadcast geen reële opties zijn voor grootschalige inzet binnen het Nederlandse internetecosysteem. De complexiteit die het met zich meebrengt en de bijbehorende kosten hiervoor staan in de ogen van verschillende providers niet in verhouding met de opbrengsten.

Alternatieve oplossing: CDN's

Een andere manier om de hoeveelheid netwerkverkeer terug te dringen is het gebruik van een Content Delivery Network (CDN). In de basis brengt een CDN het verkeer direct naar een lager niveau in het netwerk, waardoor het verkeer niet meer helemaal het hele netwerk door hoeft (en de verbindingen op een hoger aggregatieniveau minder worden belast). Het brengt de bron van de content dus dichterbij de eindgebruiker. In de regel kan een CDN-server niet de hele catalogus van een streamingaanbieder opslaan. Populaire content zal worden gecached, terwijl 'long tail'-inhoud alsnog verkeer vraagt vanaf de bronserver.

Het voorgaande geldt echter alleen voor CDN's die zich *in* de netwerken van ISP's bevinden. Externe CDN's bevinden zich veelal op hetzelfde niveau als de aanbieder van content en hebben dus ook last van dezelfde beperkingen.

Partijen die TV aanbieden via DSL maken gebruik van IPTV, maar ook bij glasvezel en coax wordt dit ingezet.

Interconnectie

De oplossing op het interconnectiesegment ligt in de onderhandelingen tussen contentaanbieders en internetproviders. De additionele kosten die hier bij komen kijken zijn in eerste instantie beperkt en capaciteitsverhogingen naar aanleiding van deze onderhandelingen kunnen in korte tijd worden uitgevoerd. Het grootste obstakel ligt hier in het vraagstuk over welke partij de verantwoordelijkheid draagt voor de hieraan gekoppelde kosten. Moet een ISP betalen aan de contentleverancier omdat de content het product is waar vraag naar is? Of moet de contentprovider de ISP betalen omdat de ISP zorgt dat de content de kijker bereikt? In principe betaalt de kijker in veel gevallen al voor de content én voor het gebruik van de internetinfrastructuur. Er kan hier dus een tweezijdige markt ontstaan waarin een partij een machtspositie probeert te verwerven en in die hoedanigheid van beide kanten een betaling verwacht.

Content

Om als contentprovider meer streams uit te kunnen sturen, moet de uitgaande capaciteit voor deze providers vergroot worden. Dit komt neer op het verveelvoudigen van het aantal servers. Er moet in dit geval dus extra capaciteit bij datacenters of CDN's worden ingekocht.

Alternatieve oplossing: Compressie

In plaats van de capaciteit te vergroten, kan er ook worden gekozen voor het verkleinen van de content. Door bestanden efficiënter op te slaan (lossless compression) en de minst relevante informatie te verwijderen (lossy compression) worden audio- en videobestanden een stuk kleiner. Hierdoor hoeft er simpelweg minder verkeer over het netwerk te worden vervoerd.

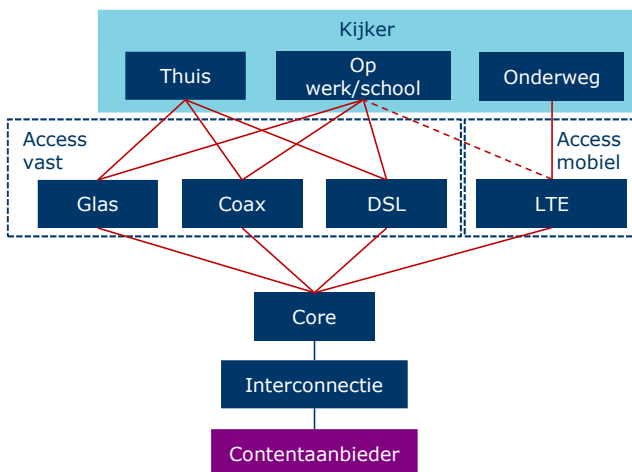
Het comprimeren van een videostream vraagt behoorlijk wat rekenkracht. In de regel kan worden gekozen tussen een snelle, maar niet zo efficiënte compressie, of een intensieve, maar zeer efficiënte compressie. Content die niet live is, kan over het algemeen zeer efficiënt worden gecomprimeerd, omdat er niet 'real time' hoeft te worden gecomprimeerd. Compressie kan daarnaast ook flexibiliteit bieden. Op basis van de kwaliteit van de verbinding kan een beeldkwaliteit worden gekozen die nog net haalbaar is.

Een punt van aandacht bij compressie is de ondersteuning van de verschillende compressietechnologieën. Op dit moment wordt voor de meerderheid van de videostreams H.264 gebruikt. De opvolger van H.264 is H.265, en is een stuk efficiënter, met name voor hogere videoresolutie (4K). Deze technologie wordt echter nog niet door alle apparaten optimaal ondersteund.

5 Conclusie

Hoe is het Nederlandse internetecosysteem in relatie tot OTT opgebouwd?

Het ecosysteem om OTT-content van de contentaanbieder naar de kijker te transporteren is onderverdeeld in de aansluitnetwerken, de core, het interconnectiesegment en het contentsegment (zie Figuur 11). Kijkers op verschillende locaties zijn aangesloten op verschillende typen aansluitnetwerken. Deze zijn te onderscheiden in de gebruikte technologie en de ISP (internet service provider). De aansluitnetwerken verbinden huisaansluitingen met het corenetwerk van de internetprovider. Via de core wordt het verkeer naar een landelijk niveau geaggregeerd. Daarna vindt interconnectie plaats met de contentaanbieder. Door de verbindingen die een contentaanbieder aangaat op het interconnectiesegment wordt bepaald hoe goed een contentaanbieder op het netwerk van individuele internetproviders is aangesloten.



Figuur 11. Het pad tussen kijker en contentaanbieder bij OTT-distributie

Wat zijn de beperkingen van het Nederlandse internetecosysteem ten aanzien van de OTT-distributie van radio- en televisiecontent?

Om deze beperkingen in kaart te brengen hebben we een rekenmodel opgesteld, waarmee we de beperkingen per segment kunnen analyseren. De voornaamste waarneming hierin is dat het Nederlandse internetecosysteem op dit moment niet is ingesteld op een abrupte overgang naar OTT.

Bij de aansluitnetwerken lijkt er voor een OTT-radiostream geen beperking te liggen. Voor video-

streams zit dit anders. Enkel het FttH-netwerk kan bij 100% kijkdichtheid HD-videostreams van 8 Mbit/s goed aan. Bij de andere aansluitnetwerken komt er bij een zeer groot aantal OTT-kijkers een deel van de streams niet succesvol aan. Zo komt er, op basis van het aansluitnetwerk, bij een HD-videostream met 8 miljoen kijkers (bv bij een calamiteit) slechts de helft van de streams over het coax-netwerk succesvol bij de kijker aan. Bij een LTE ligt dit zelfs nog lager. De beperkingen op het coax- en LTE-netwerk worden veroorzaakt doordat een kijker de verbinding moet delen met andere abonnees. Het DSL- en het FttH-netwerk kennen dit probleem veel minder. Echter, bij DSL speelt het probleem dat sommige aansluitingen te weinig capaciteit hebben. Een deel van de abonnees kan nooit een 8 Mbit/s stream bekijken, zelfs al zou deze abonnee op dat moment de enige Nederlandse internetgebruiker zijn.

Op de corenetwerken zitten met name beperkingen wegens overboeking. De verbindingen binnen de core zijn namelijk niet ingesteld op de piekcapaciteit van de aansluitnetwerken eronder.

Als we kijken naar aansluitnetwerken, corenetwerken en de verdeling van abonnees dan kunnen we de beperkingen van het ecosysteem in kaart brengen. Bij 8 miljoen kijkers en een HD-videostream (8 Mbit/s) zou maar ongeveer een derde van de videostreams succesvol aankomen. Bij 2 miljoen kijkers (bijvoorbeeld een populaire talkshow) ligt dit op circa 90%.

Interconnecties zijn niet meegenomen in deze berekeningen, maar zullen zeker zorgen voor een extra beperking. Hetzelfde geldt voor de contentaanbieders. Beide systemen zijn opgezet aan de hand van de huidige vraag en het is niet ingesteld op een plotselinge transitie naar OTT. Op dit moment kennen we geen situatie met 8 miljoen OTT-kijkers, dus het is voor aanbieders niet zinnig om systemen hier op te bouwen.

Hoe kunnen deze beperkingen worden opgelost en wat is de impact hiervan?

De beperkingen in het aansluitnetwerk zijn het minst eenvoudig op te lossen. Het gaat immers om een groot aantal lijnen die bovendien ondergronds liggen. Verdere opwaardering van DSL ligt niet voor de hand en de overstap naar glasvezel is ingezet. Echter, hier zullen meerdere jaren voor nodig zijn. Het opwaarderen van het coaxnetwerk is wel goed

mogelijk. Dit wordt namelijk in de komende jaren opgewaardeerd naar DOCSIS 3.1, waarmee een hogere capaciteit kan worden behaald. Ook kunnen segmenten gesplitst worden. Voor mobiele netwerken wordt de beperking opgelost door meer spectrum en de inzet van het efficiëntere 5G. Eventueel kunnen meer opstelpunten worden gerealiseerd. De kosten voor de uitrol van 5G zijn zeer substantieel. Hoe hoger de gevraagde capaciteit, hoe hoger de kosten.

De capaciteit op corenetwerken kan eenvoudig worden uitgebreid door het opwaarderen van transmissieapparatuur en het opwaarderen van verbindingen. De kosten van een enkele upgrade zijn hoog, maar het aantal benodigde upgrades is relatief klein (in verhouding met het aantal abonnees).

Het oplossen van de beperkingen op het interconnectiesegment kan eenvoudig en snel door te onderhandelen over nieuwe overeenkomsten tussen partijen. Het probleem zit hier echter in de vraag bij welke partij de kosten moeten liggen en de eventuele opkomst van een two-sided market. Voor het contentsegment zal de oplossing voornamelijk liggen in het uitbreiden van de server- of CDN-capaciteit.

Voor alle delen van het ecosysteem geldt dat er sprake moet zijn van een evenwicht. Alle schakels in de keten moeten voldoende sterk zijn om het gewicht van de vraag te kunnen dragen. De zwakste schakel bepaalt de kracht van de keten. Het heeft geen zin om een schakel te verzwaken als de rest zwak blijft. En als de vraag toeneemt, moeten de schakels ook sterker worden. Maar als de vraag nog beperkt is, zoals nu het geval is, dan zijn sterke schakels alleen maar duur.

De kijker is bij het analyseren van de beperkingen buiten beschouwing gebleven. We doen wel de aanname dat er een vraag is naar 8 miljoen OTT streams, maar dat zien wij in de praktijk nog niet terugkomen. Kijkers zijn toch gehecht aan het kijken via meer traditionele kanalen. Dit ontslaat partijen er niet van om te blijven investeren in het ecosysteem, al betekent dit niet dat het morgen allemaal klaar moet zijn.



Contact:

Dialogic innovatie & interactie
Hooghiemstraplein 33
3514 AX Utrecht
Tel. +31 (0)30 215 05 80
www.dialogic.nl

