

Techno-economische evaluatie van breedbanddiensten: de impact van netneutraliteit op de winstgevendheid van operatoren in de telecomsector

Niels Vandavelde

Promotoren: prof. dr. ir. Mario Pickavet, dr. ir. Sofie Verbrugge

Begeleiders: ir. Marlies Van der Wee, Mathieu Tahon

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van
Master of Science in de ingenieurswetenschappen: computerwetenschappen

Vakgroep Informatietechnologie

Voorzitter: prof. dr. ir. Daniël De Zutter

Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur

Academiejaar 2013-2014



Techno-economische evaluatie van breedbanddiensten: de impact van netneutraliteit op de winstgevendheid van operatoren in de telecomsector

Niels Vandavelde

Promotoren: prof. dr. ir. Mario Pickavet, dr. ir. Sofie Verbrugge

Begeleiders: ir. Marlies Van der Wee, Mathieu Tahon

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van
Master of Science in de ingenieurswetenschappen: computerwetenschappen

Vakgroep Informatietechnologie

Voorzitter: prof. dr. ir. Daniël De Zutter

Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur

Academiejaar 2013-2014



Toelating tot bruikleen

De auteur(s) geeft(geven) de toelating deze masterproef voor consultatie beschikbaar te stellen en delen van de masterproef te kopiëren voor persoonlijk gebruik.

Elk ander gebruik valt onder de beperkingen van het auteursrecht, in het bijzonder met betrekking tot de verplichting de bron uitdrukkelijk te vermelden bij het aanhalen van resultaten uit deze masterproef.

The author(s) gives (give) permission to make this master dissertation available for consultation and to copy parts of this master dissertation for personal use.

In the case of any other use, the limitations of the copyright have to be respected, in particular with regard to the obligation to state expressly the source when quoting results from this master dissertation.

Niels Vandevelde, 10/08/2014

Dankwoord

Ik zou graag de promotoren prof. dr. ir. Mario Pickavet en dr. ir. Sofie Verbrugge en de begeleiders ir. Marlies Van Der Wee en dr. Mathieu Tahon bedanken voor hun inzet, steun en vertrouwen. Tijdens het opstellen van deze thesis hebben zij mij telkens met raad en daad bijgestaan.

Ook wil ik dr.ir. Reinhard Laroy bedanken voor zijn hulp. Zijn deskundigheid en kennis van de telecomsector vormden een grote meerwaarde voor mijn onderzoek.

Daarnaast zou ik graag mijn ouders willen bedanken voor de kans die ze mij gegeven hebben om verder te studeren. Ook bedank ik mijn ouders, mijn vrienden en mijn vriendin voor alle mentale en morele steun die zij mij geboden hebben tijdens het tot stand brengen van deze thesis.

Als laatste zou ik de bedrijven Kontron en Radisys willen bedanken voor het verstrekken van informatie over de kostprijs van deep packet inspection-apparatuur.

Overzicht

Techno-Economische evaluatie van breedbanddiensten

De impact van netneutraliteit op de winstgevendheid van operatoren in de telecomsector

Niels Vandeveld

Promotoren: prof. dr. ir. Mario Pickavet, dr. ir. Sofie Verbrugge

Begeleiders: ir. Marlies Van der Wee

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van
Master in de ingenieurswetenschappen: computerwetenschappen

Vakgroep Informatietechnologie

Voorzitter: prof. dr. ir. Daniël De Zutter

Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur

Academiejaar 2013-2014

Trefwoorden: netneutraliteit, speltheorie, congestie, telecomsector, video on demand

Samenvatting:

Over heel de wereld zijn er discussies over het nut van netneutraliteit en of dit concept wettelijk vastgelegd moet worden om misbruik van operatoren te voorkomen. Deze thesis probeert daarom een beeld te geven van de invloed van netneutraliteit op telecomoperatoren. De standpunten van zowel voorstanders, als tegenstanders worden aangehaald, waarna de huidige regularisatie van netneutraliteit in de EU en Amerika wordt samengevat. Om aanbevelingen te maken aan de regulators wordt een case study rond video on demand besproken. Hierin worden verschillende netneutraliteitsscenario's vergeleken met scenario's zonder netneutraliteit. De scenario's worden afgeleid uit de manieren waarop internet service providers omgaan met congestie. De impact van deze scenario's op de klanten en de winstgevendheid van operatoren wordt hierbij bestudeerd via speltheorie. Er wordt gebruik gemaakt van bestaande speltheoretische, markt-, en kostenmodellen die uitgebreid worden met modellen voor de inkomsten- en kostenberekening bij de scenario's. Met deze modellen kunnen resultaten gegenereerd worden die een toekomstbeeld geven van de keuze van het scenario en de prijszetting. Er wordt vertrokken vanuit een basisscenario, waarbij netneutraliteit van toepassing is en de internet service provider zijn huidig netwerk niet uitbreidt. Dit zorgt voor congestie op het netwerk door het toenemend bandbreedteverbruik van de video on demand-service. Via speltheorie worden de keuzes van de spelers voorspeld en aan de hand van deze keuzes worden aanbevelingen gemaakt voor de creatie van wetten rond netneutraliteit.

Techno-economic evaluation of broadband services: the impact of net neutrality on the profitability of telecom operators

Niels Vandeveld

Promotors: prof. dr. ir. Mario Pickavet, dr. ir. Sofie Verbrugge

Supervisors: ir. Marlies Van der Wee, dr. Mathieu Tahon

Abstract- Net neutrality is defined as the concept in which internet service providers are obliged to treat all data streams equally, independent of which application, service, device, sender or receiver is involved. They are as such forbidden to block, throttle or alter data traffic over their networks. The current debate about net neutrality rises important questions about if and how it should be implemented by law. This research summarizes the current regulations regarding net neutrality in the EU and US and finds that some operators breach the concept of net neutrality to keep their network free of congestion. A study about video on demand is used to analyze both these violations and certain approaches under net neutrality in order to see which scenario offers the greatest benefits, both from an operator's, as well as from a regulator's perspective. The results are computed using a game theoretic approach and from these results recommendations are subtracted that can be presented to regulators. The study finds that net neutrality should be enforced by law to prevent the decline of competition and innovation on the market.

Keywords- net neutrality, game theory, telecommunications, congestion, video on demand, techno-economic analysis

I. INTRODUCTION

The concept of net neutrality (NN) does not allow internet service providers (ISP) to differentiate the traffic on their network. Both proponents and opponents of NN have valid arguments [1]. In general the ISP are opponents of the NN laws. They argue that the increasing bandwidth demands of Over-The-Top (OTT) applications are growing beyond their ability to invest in new networks. As a result they have to throttle certain applications to keep their network free of congestion. The proponents of NN are the providers of OTT applications. They believe that ISPs have no right to throttle and block their applications and that the ISPs can easily pay for their network expansions using only the revenues from their internet subscriptions.

This research first summarizes the NN regulations (Part II.A) and violations against it (Part II.B), which are used to create the scenarios (Part II.C). Then the results of the basic net neutrality scenario will be discussed (Part III). Next, the results of the basic net neutrality scenario and the other scenarios are compared to each other (Part IV). The last part (V) draws the conclusion of this work and gives insight in further work.

II. NET NEUTRALITY

A. Definition and laws

The definition of net neutrality can be summarized as the right of users to choose which application, hardware and service they use and that the ISP cannot alter, block and throttle their data streams no matter who the sender or receiver is [1]-[3].

In general the regulators of each country try to realize rules that encompass at least [1]:

- Transparency of ISP regarding their policies.
- A no-blocking rule.
- No discrimination of competing services.

After the EU found that a wait and see approach, in which competition should regulate the market, did not stop ISPs from violating the concept of net neutrality, they created a legislative framework to preserve the open internet [4]. The EU is working on these rules, that contain the above points for net neutrality, but still needs approval from the European Council to pass such legislation.

In contrast, the rules that were put into place by the US regulator were rescinded in court because of the lack of authority the regulator has in this field. Right now, the US regulator is forming new laws that contain a vague definition of commercially acceptable practices [5]. Such a definition could result in discrimination of competing services, which would go against net neutrality's expectation of a non-discrimination rule.

B. Violations against net neutrality

Some ISPs used deep packet inspection (DPI) technology to differentiate one data stream from another so they could throttle, block or charge access to certain applications. A few of these practices lead to the creation of no-NN scenarios:

-Trying to dominate the market by giving preferential treatment to its own services: in Germany the ISP Deutsche Telekom decided to put data caps on all traffic, but exempt its own services from counting toward this data cap [6]. This effectively puts the ISP's services in a better position, as customers can consume more than they could with any other service.

-Charging an extra fee for the use of competing applications: the Dutch ISP KPN planned to charge users of the application Skype because the ISP's customers preferred its cheaper calls [7].

-Receiving payment for giving preferential treatment: the American ISP AT&T tried to make Google pay so its data

would reach customers faster than the data of other companies [8].

C. Scenarios

Next to three no-NN scenarios derived from the net neutrality breaches in the previous section, two NN scenarios will be discussed. One of them represents a basic scenario to which the other scenarios are compared to. The other will represent the scenario in which the ISP will upgrade his network. This upgrade will be done through node splitting, which has been utilized by Belgian ISP Telenet to increase their network capacity [9].

All these scenarios are analyzed against the same background: the players will compete with their prices on a video on demand (VOD) market. Since the OTT still has to enter the market, the ISP initially holds all customers. The ISP has just enough capacity on his network to serve his initial customers. This assumption is taken from the complaints of the ISPs that their networks are barely coping with the current data traffic. As a result, the growing data use of VOD services will cause congestion to rise each year, if the network is not upgraded.

The scenarios that are evaluated against this background are:

- Basic NN: in this scenario the ISP will not expand his network. As a result congestion will become a bigger problem as applications require more bandwidth over time. Bandwidth is distributed evenly over the players.

- Network upgrade: the network upgrade will be a large investment for the ISP, but in return the congestion will be gone. Bandwidth is also evenly distributed over both players. This scenario is modeled after Telenet's network upgrades.

- Dominant ISP: there is no NN here. The ISP will give his customers all the bandwidth they need and give the rest to the OTT application. This will result in massive congestion for the OTT. The recognition of OTT customers will require DPI equipment. This resembles the dominant use of power by Deutsche Telekom.

- Service access fee: in this scenario, the ISP will install DPI equipment to identify OTT customers and charge them an extra fee. The bandwidth is evenly shared by both players. This is similar to KPN's charge for the use of Skype.

- Preferential distribution: the ISP will use half of his bandwidth capacity to create a fast lane on his network. Customers who are willing to pay the preferential distribution fee will receive access to this fast lane and get extra bandwidth for their VOD service. The OTT may choose to buy any remaining capacity on this fast lane and distribute it among its customers. Normal customers will suffer more congestion as a consequence of this fast lane. This scenario can be compared to AT&T's aspirations to give preferential treatment to Google's data at a price.

In the next part, the results of the basic net neutrality will be analyzed. After that, the results of the other scenarios will be compared with each other to make conclusions about the choices of the players and the recommendations for the regulator.

III. ANALYSIS OF THE BASIC NET NEUTRALITY SCENARIO

For each scenario the net present value (NPV) of the VOD revenues are calculated together with the amount of customers for each player after 10 years. The division of the customers is calculated by an existing model [10] that uses the initial

market shares, the prices, the market's churn and the market's price elasticities. The effect of the congestion is modeled as an artificial price increase that reflects the customer's unhappiness with the situation. The market division provides the customers that drive the income of the VOD service. The price choices of the players are derived using a game theoretic approach. When each player makes the decision that is best for him, the Nash equilibrium is found. The Pareto equilibriums show strategy sets where players cannot alter strategy without both increasing their gain and not decreasing the other player's gain. These equilibriums are calculated to check if the Nash-equilibrium does not produce a suboptimal solution. If the Nash equilibrium is also a Pareto equilibrium, there is no problem. The game matrix for the basic net neutrality scenario is shown in Figure 1.

		ISP	Basic net neutrality			
			H		L	
OTT	Net present value	H	€ 1.180.403.549	€ 238.821.632	€ 1.061.502.664	€ 238.688.488
		L	€ 1.131.206.376	€ 255.530.741	€ 1.028.475.470	€ 260.859.049
	Percentage of customers	H	22,16%	14,40%	28,56%	14,40%
		L	18,77%	24,31%	25,67%	24,70%

Figure 1 Game matrix for the basic net neutrality scenario

The Nash equilibrium for both the NPV and amount of customers are shown in grey, while the Pareto equilibriums are written in bold. The high prices are indicated by the letter 'H' and the low prices by 'L'.

The Nash equilibrium for the NPV shows that the ISP will use a high price and the OTT a low price. The reason for the ISP is that he starts with all customers and gains a lot of revenues this way. The impact of the low price results in the OTT attracting most free customers. The amount of customers he gains this way increases his revenue more than adopting a high price and attracting less customers. The optimal price for the OTT turned out to be the maximum price at which the OTT still received all free customers.

Since the Nash equilibrium for the NPV is different than the Nash equilibrium for the amount of customers, the regulator will have to take measures if he wants to achieve the best behavior for maximizing the market. The influence of congestion decreases the market size up to 12%. This effect is clearly visible in Figure 2. This indicates that the regulator would prefer that the congestion problem is solved.

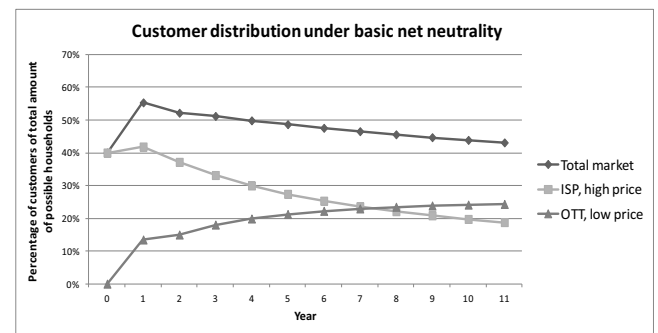


Figure 2 Customer distribution under basic net neutrality where the ISP uses a high price and the OTT a low price

IV. COMPARISON OF ALL SCENARIOS

Figure 3 shows the results for the Nash equilibriums for both the NPV and the amount of customers in all scenarios. The preferred scenario for the ISP is shown by the grey area, the Pareto equilibriums are shown in bold.

	Net present value with strategy set HL (in million euro)		Percentage of customers with strategy set LL		Total percentage of customers after 10 years
	ISP	OTT	ISP	OTT	
Basic net neutrality	€ 1.131	€ 255	25,67%	24,31%	49,98%
Network upgrade	€ 982	€ 308	29,99%	32,94%	62,93%
Dominant ISP	€ 1.323	€ 25	42,96%	0,00%	42,96%
Service access fee	€ 1.194	€ 215	27,35%	20,95%	48,30%
Preferential distribution only ISP	€ 1.164	€ 178	29,46%	16,20%	45,66%
Preferential distribution both players	€ 1.119	€ 226	24,48%	21,98%	46,45%

Figure 3 Nash equilibriums results for all the scenarios

If the ISP is left a choice of scenario he will pick the dominant ISP scenario. The equipment cost for DPI installation is only a mere 0.3% of the VOD income and is easily paid by the ISP, making this a viable option for the ISP. This is by far the worst scenario in the eyes of the regulator, because he wants to preserve competition. The dominance of the ISP will result in the OTT leaving the market. As a result it is recommended that the regulator restricts the use of this scenario.

The strategy set for the Nash equilibrium is the same in each scenario. As mentioned when discussing the results for the basic net neutrality scenario, the ISP will stick to the high price because of his high initial market share, while the OTT will choose a low price to attract more customers. Further analysis of the prices and initial market shares showed that the strategy set would change to LH if the initial market share of the ISP would decrease by 14%.

If DPI equipment is prohibited, the ISP will not upgrade his network if he cares more about his profits than he does about his customers. However, the results for the network upgrade scenario show that the ISP can easily pay the investment with its internet revenues. This outcome invalidates the ISP's argument that they can no longer keep up with the investment costs caused by increasing bandwidth demands. On the other hand, the OTT does provide about 50% of all data on the network, giving strength to the ISP's argument that the OTTs are part of the congestion problem.

V. CONCLUSION

This paper aimed at researching the impact of net neutrality on the options an ISP has to deal with congestion and loss of income due to OTT applications. In the process recommendations were made for the regulators on how to implement net neutrality laws. The results of the analysis of all scenarios showed that all no-NN scenarios increased the revenue of the ISP. This indicated that the ISP would prefer these scenarios over NN. When NN is demanded by law, the ISP will not expand his network if he cares more about his revenues than the amount of customers.

The price choice of the OTT was shown to be optimal when he attracts all free customers to his service. The ISP will always choose a high price because of his initial market share. Further analysis showed, however, that the price choices were dependent on the initial market shares for the players.

Network expansion cannot be funded by using temporary no-NN scenarios that provide additional income resources. If the assumption that node splitting is an appropriate solution to the congestion problems, the ISP could easily pay for this

upgrade himself, effectively disproving their argument that they cannot keep up with bandwidth demands.

This research recommended the regulators to apply NN to their rule frameworks to prevent the dominance of the ISP and to impede the use of no-NN scenarios that hinder competition and innovation.

Further research can be done on this topic by expanding the amount of players in the game or changing the assumption that both players provide an equal service.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to acknowledge the help and support offered by prof. dr. ir. Mario Pickavet, dr. ir. Sofie Verbrugge, ir. Marlies Van der Wee and dr. ir. Reinhard Laroy who made this research possible.

REFERENCES

- [1] Kris Van Bruwaene, *Technische en economische aspecten van netwerkneutraliteit*, 2011.
- [2] European Commission, *The open internet and net neutrality in Europe*, 2011.
- [3] BELGISCHE KAMER VAN VOLKSVERTEGENWOORDIGERS, *WETSVORSTEL tot wijziging van de wet van 13 juni 2005 betreffende de elektronische communicatie, teneinde de neutraliteit van de internetnetwerken te waarborgen*, 2011.
- [4] Neelie Kroes, *REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL laying down measures to complete the European single market for electronic communications and to achieve a Connected Continent*, 2013
- [5] FCC, *Protecting and Promoting the Open Internet NPRM*, 2014
- [6] Der Spiegel, *Flat-Rate Fiasco: Telekom Plan to Limit DSL Worries Berlin*, 2013
- [7] RTLNieuws.nl, *KPN gaat datavreters blokkeren*, 2011
- [8] NBC news, *Comcast blocks some internet traffic*, 2007
- [9] Telenet, *Investor & Analyst Conference Technical Presentation*, 2008
- [10] Mathieu Tahon, *Flexibility, Competitive and Cooperative Interactions in Telecommunication Networks: a Model for Extended Techno-Economic Evaluation*, University of Ghent, Belgium, 2013.

Lijst Gebruikte Afkortingen

BEREC	Body of European Regulators for Electric Communications
BIPT	Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie
BNIX	Belgian National Internet eXchange
CAIP	Canadian Association of Internet Providers
CP	Content Provider
DPI	Deep Packet Inspection
DSL	Digital Subscriber Line
FCC	Federal Communications Commission
FPGA	Field Programmable Gate Arrays
FTTH	Fiber To The Home
HD	High Definition
ICRI	Interdisciplinair Centrum voor Recht en Informatica
IP	Internetprotocol
ISP	Internet Service Provider
LLU	Local-Loop Unbundeling
MB	Megabyte
NAW	Netto Actuele Waarde
NGOA	Next Generation Optical Access
NN	Netneutraliteit
NNN	No-NN
NRA	National Regulatory Authority
OPEX	Operational Expenditures

OSI	Open Systems Interconnection
OTT	Over-The-Top
PON	Passive Optical Network
QOS	Quality Of Service
SPI	Shallow Packet Inspection
TCAM	Ternary Content-Addressable Memory
TOS	Type Of Service
VDV	Voorkeursdistributievergoeding
VOD	Video On Demand
VOIP	Voice-Over-IP
VS	Verenigde Staten
WTP	Willingness To Pay

Lijst van Tabellen

Tabel 1	Parameters voor NAW en klantenverdeling	53
Tabel 2	Kosten voor DPI	56
Tabel 3	Impact van de strategie en het scenario bij basisnetneutraliteit	65
Tabel 4	Spelmatrix voor de verwachtingen bij basisnetneutraliteit	66
Tabel 5	Impact van het scenario bij netwerkuitbreiding	74
Tabel 6	Spelmatrix voor de verwachtingen bij netwerkuitbreiding	75
Tabel 7	Impact van het scenario bij het dominante ISP scenario	79
Tabel 8	Spelmatrix voor de verwachtingen bij het dominante ISP scenario	80
Tabel 9	Impact van het toegangskostscenario	83
Tabel 10	Spelmatrix voor de verwachtingen bij toegangskost	84
Tabel 11	Impact van de strategieën en het scenario bij voorkeursdistributie	87
Tabel 12	Spelmatrix voor de verwachtingen bij voorkeursdistributie	88
Tabel 13	Veranderingen van de NAW en het aantal klanten bij aanpassing van de churn	101
Tabel 14	Veranderingen van de NAW en het aantal klanten bij variatie van de eigen prijselasticiteit	101
Tabel 15	Veranderingen van de NAW en het aantal klanten bij het variëren van de grootte van de managed lane	104

Lijst van Afbeeldingen

Figuur 1	Vaste breedbandlijnen – marktverdeling operatoren volgens (European Commission, 2012b)	15
Figuur 2	het token bucket algoritme (Pickavet & Develde, n.d.)	24
Figuur 3	(Telenet, 2008) Structuur van het HFC-netwerk van Telenet	28
Figuur 4	(Wikipedia, 2014d) voorstelling van een HFC-netwerk vanaf de <i>head end</i>	28
Figuur 5	(Telenet, 2008) Pulsar-project node splitting	29
Figuur 6	Spelmatrix voor 2 spelers	30
Figuur 7	Transitkost in het netwerk	33
Figuur 8	Overzicht berekening netto actuele waarde	36
Figuur 9	Tabel van de inkomsten en uitgaven per speler.	37
Figuur 10	Verloop van het model	38
Figuur 11	Flowchart van de congestieberekening	39
Figuur 12	Flowchart van de netto actuele waarde berekening	40
Figuur 13	Overzicht van de algemene inkomsten en uitgaven	41
Figuur 14	Congestiekostfunctie voor de ISP met jaar $i=1$, $x=4,5\text{Mbps}$, VOD-prijs=189 euro	44
Figuur 15	Verloop van de marktverdeling	45
Figuur 16	Overzicht inkomsten en uitgaven bij basisnetneutraliteit	46
Figuur 17	Overzicht van de inkomsten en uitgaven bij netwerkuitbreiding	47
Figuur 18	Overzicht van de inkomsten en uitgaven bij een dominante ISP	48
Figuur 19	Apparatuurboom met aandrijvende parameters voor DPI-installatie	48
Figuur 20	Overzicht van de inkomsten en uitgaven bij toegangskost	50
Figuur 21	Overzicht van de inkomsten en uitgaven bij voorkeursdistributie	51
Figuur 22	Sequentiediagram van het programma	58
Figuur 23	Klassendiagram van het spel	59
Figuur 24	Klassendiagram van de scenariomodellen	60
Figuur 25	Overzicht van de inkomsten en uitgaven voor beide spelers bij basisnetneutraliteit	65
Figuur 26	Spelmatrix bij basisscenario	67
Figuur 27	NAW van de VOD-diensten in het basisscenario	67
Figuur 28	VOD-inkomsten jaar per jaar voor de ISP in het basisscenario	68
Figuur 29	Marktaandelen per jaar voor het basisscenario	69
Figuur 30	VOD-inkomsten jaar per jaar voor de OTT in het basisscenario	70
Figuur 31	Verloop van de totale markt voor het basisscenario	71
Figuur 32	Congestiekost per jaar voor het basisscenario	71
Figuur 33	Percentage van de inkomsten en uitgaven relatief ten opzichte van de verdisconteerde cumulatieve inkomsten	72
Figuur 34	Verdisconteerde cumulatieve inkomsten van de ISP van internetabonnementen na aftrek van de kosten voor het onderhoud van het netwerk.	72
Figuur 35	Overzicht van de inkomsten en uitgaven voor beide spelers in het netwerkuitbreidingsscenario	74
Figuur 36	Spelmatrix voor netwerkuitbreiding	75

Figuur 37	Klantendistributie bij netwerkuitbreiding in vergelijking met netneutraliteit	76
Figuur 38	Aandeel van de inkomsten en uitgaven bij netwerkuitbreiding	77
Figuur 39	Verdisconteerde cumulatieve inkomsten van de ISP door internetabonnementen na aftrek van netwerkkosten bij netwerkuitbreiding in vergelijking met basisnetneutraliteit	77
Figuur 40	Overzicht van de inkomsten en uitgaven voor beide spelers in het dominante ISP scenario	79
Figuur 41	Spelmatrix bij dominante ISP	80
Figuur 42	Marktaandelen per jaar voor een dominante ISP in vergelijking met het basisscenario	81
Figuur 43	Aandeel van de inkomsten en uitgaven bij een dominante ISP	82
Figuur 44	Overzicht van de inkomsten en uitgaven voor beide spelers bij toegangskost	83
Figuur 45	Spelmatrix bij toegangskost	84
Figuur 46	Marktaandelen per jaar voor toegangskost in vergelijking met het basisscenario	85
Figuur 47	Aandeel van de inkomsten en uitgaven voor toegangskost	86
Figuur 48	Inkomsten en uitgaven voor het voorkeursdistributiescenario	87
Figuur 49	Spelmatrix voor voorkeursdistributie voor enkel ISP	88
Figuur 50	Spelmatrix voor voorkeursdistributie voor beide	89
Figuur 51	Congestiekost bij voorkeursdistributie voor enkel de ISP in vergelijking met basisnetneutraliteit	90
Figuur 52	Bijdrage van de verschillende inkomsten relatief ten opzichte van de verdisconteerde cumulatieve inkomsten waarbij enkel de ISP voorkeursdistributie aanbiedt	90
Figuur 53	Bijdrage van de verschillende inkomsten relatief ten opzichte van de verdisconteerde cumulatieve inkomsten waarbij beide spelers voorkeursdistributie aanbieden	91
Figuur 54	Vergelijking van de Nash-evenwichten van alle scenario's	92
Figuur 55	Illustratie van de berekening van het aantal te verdelen klanten	97
Figuur 56	Netto actuele waarde van de OTT bij verschillende prijzen in het basisnetneutraliteitsscenario waarbij de ISP een prijs van 240 euro behoudt	98
Figuur 57	Netto actuele waarde van de OTT bij verschillende prijzen in het basisnetneutraliteitsscenario waarbij de ISP een prijs van 174 euro behoudt	99

Inhoudstafel

Hoofdstuk 1	Inleiding	1
Hoofdstuk 2	Huidige impact van netneutraliteit	5
2.1	Inleiding.....	5
2.2	Eerder onderzoek rond netneutraliteit	6
2.3	Wetgeving rond NN	7
2.3.1	De huidige wetgeving:	7
2.3.1.1	Wetgeving in de EU	7
2.3.1.2	Wetgeving VS:.....	11
2.3.2	Moeilijkheden met NN in de wetgeving	12
2.3.2.1	EU	12
2.3.2.2	VS	13
2.3.2.3	Het belang van de markt: marktvergelijking EU en VS	14
2.3.3	Samenvatting wetgeving	15
2.4	Inbreuken tegen netneutraliteit.....	16
2.4.1	Blokkering	16
2.4.2	Vertraging	16
2.4.3	Vragen van extra toeslag.....	17
2.4.4	Voornemen van eigen of andere data.....	18
2.5	Scenario's voor de ISP	19
2.6	Conclusie.....	20
Hoofdstuk 3	Achtergrond.....	23
3.1	Inleiding.....	23
3.2	Technieken.....	23
3.2.1	Token bucket algoritme	24
3.2.2	Waarom Deep Packet Inspection	25
3.2.3	Deep Packet Inspection	25
3.2.4	String-matching implementaties	26
3.2.5	Netwerkuitbreiding	27
3.3	Economie en speltheorie.....	29
3.3.1	Speltheorie en Netto Actuele Waarde.....	29
3.3.2	Prijselasticiteit en marktpotentieel	31
3.3.3	Het marktmodel	31
3.4	Formules	32
3.4.1	Transitkost	32
3.4.2	Willingness to pay	33
Hoofdstuk 4	Modellering van de scenario's.....	35
4.1	Inleiding.....	35

4.2	Doel van het model	35
4.2.1	Scenario's.....	36
4.2.2	Berekening van de netto actuele waarde	36
4.2.3	Berekening van het aantal klanten	37
4.2.4	Nash- en Pareto-evenwichten.....	38
4.3	Structuur en berekeningen	38
4.3.1	Verloop van het model.....	38
4.3.2	Berekeningen.....	41
4.3.2.1	Algemene berekeningen	41
4.3.2.2	Scenariospecifieke aanpassingen	46
4.3.3	Conclusie.....	52
4.4	Parameters	53
4.5	Het model in code	57
4.6	Conclusie.....	60
Hoofdstuk 5	Resultaten.....	63
5.1	Inleiding.....	63
5.2	Basis-NN.....	64
5.2.1	Scenariobeschrijving	64
5.2.2	Verwachtingen	64
5.2.3	Resultaten.....	66
5.2.4	Conclusie.....	73
5.3	Netwerkuitbreiding	73
5.3.1	Scenario	73
5.3.2	Verwachtingen	73
5.3.3	Resultaten.....	75
5.3.4	Conclusie.....	77
5.4	Dominante ISP	78
5.4.1	Scenario	78
5.4.2	Verwachtingen	78
5.4.3	Resultaten.....	80
5.4.4	Conclusie.....	82
5.5	Toegangskost	83
5.5.1	Scenario	83
5.5.2	Verwachtingen	83
5.5.3	Resultaten.....	84
5.5.4	Conclusie.....	86
5.6	Voorkeursdistributie	86
5.6.1	Scenario	86
5.6.2	Verwachtingen	87
5.6.3	Resultaten.....	88
5.6.4	Conclusie.....	91
5.7	Vergelijking van alle scenario's	92
Hoofdstuk 6	Scenarioanalyse en alternatieve aannames	95
6.1	Inleiding.....	95
6.2	Impact van de parameters	96
6.2.1	Prijs.....	96
6.2.1.1	Prijsverandering ISP	96
6.2.1.2	Prijsverandering OTT.....	98
6.2.1.3	Gezamenlijke prijsverandering.....	99
6.2.2	Initiële marktaandelen.....	100

6.2.3	Churn.....	100
6.2.4	Prijselasticiteiten.....	101
6.2.4.1	Eigen prijselasticiteit	101
6.2.4.2	Kruiselingse prijselasticiteit	102
6.2.5	Congestiekost.....	103
6.2.6	Scenariospecifieke variaties.....	103
6.2.6.1	Toegangskost	103
6.2.6.2	Grootte van de managed lane bij voorkeursdistributie	104
6.2.6.3	Grootte van de voorkeursdistributievergoeding	104
6.2.6.4	Apparatuurkost voor deep packet inspection	104
6.2.6.5	Kosten voor netwerkuitbreiding	105
6.2.7	Samenvatting.....	105
6.3	Bespreking van alternatieve aannames.....	106
6.3.1	Invloed lokale content.....	106
6.3.1.1	Nodige aanpassingen aan het model.....	106
6.3.1.2	Verwachtingen voor de aanpassingen.....	107
6.3.2	Het verlies van televisieabonnees	108
6.3.2.1	Nodige aanpassingen aan het model.....	108
6.3.2.2	Verwachtingen voor de aanpassingen.....	108
6.3.3	Meerdere spelers.....	109
6.3.3.1	Meerdere Over-The-Top spelers	109
6.3.3.2	Meerdere Internet Service Providers.....	109
6.3.3.3	Verwachtingen bij het toevoegen van spelers	110
6.3.4	Samenvatting.....	111
Hoofdstuk 7	Conclusie	113
Bibliografie	117	

Hoofdstuk 1

Inleiding

Een ISP (Internet Service Provider) is een bedrijf dat andere bedrijven of particulieren toegang verschaft tot het internet. Een ISP kan het netwerk van een andere ISP gebruiken (virtuele ISP) of zelf investeren in een netwerk. Deze laatste ISP's stellen vast dat hun netwerkcapaciteit langzaam wordt opgebruikt door alsmaar toenemende *rich content* zoals online video en P2P (Peer-To-Peer) applicaties. Volgens een rapport van Cisco zal het totale internetverkeer verdrievoudigen in de volgende vijf jaar (Cisco, 2012). Deze trend zorgt voor congestie in het netwerk van de ISP. Congestie is het fenomeen waarbij een router of server overbelast wordt omdat deze te veel data te verwerken krijgt. In (Van Bruwaene, 2011) staan twee uitspraken van ISP-sleutelfiguren die samenvatten wat het standpunt is van de ISP's. César Alierta zei op een conferentie in 2010: *"Internetzoekmachines gebruiken ons netwerk zonder iets te betalen. En natuurlijk kan dat niet doorgaan"*. Ed Whitacre was vijf jaar eerder al deze mening toegedaan: *"What they [Google, Vonage, and others] would like to do is to use my pipes free (sic). But I ain't going to let them do that ...Why should they be allowed to use my pipes?"* De ISP's willen dus dat de CP's (Content Providers) hen betalen voor het gebruik van hun netwerk. Dat geld kan dan opnieuw aangewend worden door de ISP's om het netwerk uit te breiden zodat de congestie verdwijnt. De CP's staan aan de andere kant van het debat. Het zijn deze bedrijven die de OTT (Over-The-Top) applicaties aanbieden die de netwerkcapaciteit van de ISP belasten. Bij OTT-applicaties wordt door de CP gebruik gemaakt van de breedbandnetwerken om IP-pakketten (Internetprotocol) met data naar een gebruiker te verzenden (zoals Skype en Netflix). Op deze manier omzeilen de klanten van de CP de kosten die ze betalen aan de ISP indien ze voor traditionele telecomdiensten kiezen. De CP's van deze OTT-applicaties argumenteren dat de ISP's al genoeg compensatie krijgen door de inkomsten van klanten die een telefoon- of internetabonnement hebben. Verder zijn er ook zorgen rond het dalen van de competitiviteit en innovatie indien de CP's een deel van hun winst moeten afstaan.

Niet alleen congestie vormt een probleem. Naast applicaties die veel bandbreedte vereisen zijn er ook nog OTT-applicaties die de traditionele inkomsten van ISP's door telefoonabonnementen vervangen. OTT-applicaties zoals Skype en WhatsApp gebruiken het internet om telefoongesprekken te voeren of sms'en te verzenden. Het internetgebruik dat nodig is voor deze handelingen levert minder inkomsten op dan het gebruik van het telefoonnetwerk. In (Ovum, 2012) wordt gesteld dat ISP's tegen 2016 41 miljard euro aan inkomsten zullen verliezen aan OTT-sms-applicaties en dat ze in 2012 al 17 miljard euro hebben zien verdwijnen sinds de opkomst van dergelijke applicaties.

In dit onderzoek wordt via speltheorie achterhaald welke financieel haalbare mogelijkheden er bestaan voor ISP's om congestie en inkomstenverlies door OTT-applicaties tegen te gaan en welke aanbevelingen er kunnen gemaakt worden in verband met de huidige regelgeving omtrent netwerkneutraliteit en de invloed hiervan op de mogelijkheden voor de ISP's.

Als antwoord op de inkomstenverliezen zijn er ISP's die de OTT-applicaties blokkeren of extra tarieven opleggen voor het gebruik van de applicaties. Dit wordt aangetoond in (McKinsey & Company, 2012): de telefoonoperator Orange blokkeert VOIP (Voice-over-IP) in het Verenigd Koninkrijk, maar laat VOIP toe via specifieke tariefplannen in Frankrijk. Verder proberen ISP's om investeringen in netwerkuitbreidingen uit te stellen door aan grote gebruikers van bandbreedte een limiet te stellen. Er hebben meerdere rechtszaken plaatsgevonden tegen verschillende ISP's voor het blokkeren of vertragen van P2P-verkeer, waarvan de bekendste de zaak is waarin Comcast het verkeer van BitTorrent vertraagde (Mueller, M. L., & Asghari, 2012; Van Bruwaene, 2011). In elk van deze zaken werd als uitleg gegeven dat de ISP's probeerden de andere consumenten te beschermen door vormen van netwerkmanagement toe te passen. Op die manier wilden ze iedereen een aanvaardbare QOS (Quality Of Service) aanbieden. Deze praktijken gaan echter in tegen het principe van NN (Netneutraliteit), dat voorschrijft dat al het dataverkeer gelijk behandeld moet worden. De uitkomst van deze rechtszaken leidde meestal tot een aanmaning voor de ISP om zijn malpraktijken stil te leggen of een boete (voor meer uitleg, zie 2.3.1.1). De regelgeving van een land heeft dus invloed op wat een ISP wel en niet mag doen.

In dit onderzoek wordt allereerst een basisscenario onderzocht en nadien wordt deze vergeleken met andere mogelijke scenario's. Elk scenario omvat het toepassen van strategieën op een VOD (Video On Demand) service en het vergelijken van de winstgevendheid en de klantendistributie voor de ISP en de OTT. Het basisscenario is deze waarbij er volledige NN is. In dit scenario worden er geen maatregelen genomen om congestie tegen te gaan, bijgevolg zal de kwaliteit van het aanbod verslechteren naarmate de groei van video toeneemt. De ISP en OTT gebruiken vervolgens hun prijszetting naar de eindklant als strategie. Na dit basisscenario onderzocht te hebben, wordt het basisscenario aangepast naargelang de praktijken die gevonden worden in de literatuurstudie in deel 2.4. Er zal gekeken worden naar netwerkuitbreiding onder NN en andere scenario's gebaseerd op NNN (no-NN) en het daardoor toegelaten gebruik van DPI (Deep Packet Inspection) apparatuur. DPI-apparatuur laat de ISP toe om datastromen te associëren met een OTT en deze datastromen anders te behandelen (zie 3.2 voor meer uitleg). De scenario's bestaan dan uit de verschillende manieren waarop deze datastromen van de OTT behandeld kunnen worden. De strategieën van de ISP en de OTT zullen voornamelijk enkel de prijszetting voor hun service omvatten, slechts bij één scenario zal er een extra strategische keuze zijn. Via speltheorie worden dan het Nash-evenwicht en de Pareto-evenwichten (zie 3.3.1 voor meer informatie) gevonden voor de scenario's om zo tot conclusies te komen over de winstgevendheid van de ISP en de aanbevelingen die gemaakt moeten worden naar de regulatoren toe omtrent netneutraliteit.

Het verloop van dit boek is als volgt ingedeeld. In Hoofdstuk 2 komt de nodige achtergrond omtrent NN aan bod. Eerst wordt NN en de huidige regelgeving in de EU en de VS bekeken. Verder wordt ook besproken welke oplossingen de ISP's proberen te implementeren om NN te omzeilen. In Hoofdstuk 3 worden de technieken voor netwerkmanagement en speltheorie aangehaald. Dit omvat een uitleg van DPI (Deep Packet Inspection), het *token bucket* algoritme en de beschrijving van netwerkuitbreiding door *node splitting*. Daarnaast wordt een inleiding gegeven tot de software- en hardwaremogelijkheden voor het implementeren van de DPI-technieken. Als laatste deel van dit

hoofdstuk wordt de nodige basis omtrent economie en speltheorie uitgelegd (NAW (Netto Actuele Waarde), Nash-evenwicht en Pareto-efficiëntie). In Hoofdstuk 4 volgt uitleg over de modellering van de verschillende scenario's en het doel en de structuur van deze modellen. Allereerst wordt uitgeweid over het doel van het model, waarna de werking van het model verduidelijkt wordt. Vervolgens wordt er een algemeen model opgesteld voor het representeren van de inkomsten, uitgaven en andere invloeden die voor elk scenario van toepassing zijn. Daarna worden scenariospecifieke aanpassingen behandeld. Het voorlaatste punt in Hoofdstuk 4 verduidelijkt welke parameters gebruikt worden in het model en hoe die tot stand gekomen zijn. Als laatste deel in dit hoofdstuk wordt de code van het model kort doorgenomen. De resultaten die door deze modellen gegenereerd zijn, komen in Hoofdstuk 5 aan bod. Ten eerste worden de resultaten van het basisnetneutraliteitsscenario geanalyseerd. Daaruit vertrekkend, worden enkel nog opmerkelijke verschillen in de andere scenario's uitvoerig besproken. Het hoofdstuk concludeert met een vergelijking van alle scenario's waarbij aanbevelingen voor de regulator geformuleerd worden. Aangezien de resultaten afhankelijk zijn van de parameters en de aannames die gemaakt worden bij het construeren van het model, worden deze in Hoofdstuk 6 meer in detail bestudeerd. De parameters worden onderworpen aan variaties om hun impact op de resultaten te analyseren. Daarnaast worden alternatieve aannames onderzocht die een mogelijke invloed kunnen hebben op de uitkomst van het spel. In het laatste hoofdstuk volgt uiteindelijk een conclusie en worden aanbevelingen gegeven over hoe de wetgeving omtrent NN het best evolueert. Daarnaast wordt ook besproken welk onderzoek nog verder kan gevoerd worden.

Hoofdstuk 2

Huidige impact van netneutraliteit

2.1 Inleiding

In dit onderzoek wordt nagegaan welke aanbevelingen er kunnen gemaakt worden met betrekking tot de huidige regelgeving omtrent NN (Netneutraliteit) en welke invloed die heeft op de strategische mogelijkheden van een ISP (Internet Service Provider) en een OTT (Over-The-Top). Om dit te bereiken zullen de ISP en de OTT het in een spel tegen elkaar opnemen in verschillende NN-scenario's. Het doel van het spel is om hun winst of aantal klanten zo hoog mogelijk te krijgen. Beide zullen hun prijs voor hun VOD-service (Video On Demand) als strategie gebruiken. Via speltheorie kunnen dan de Nash- en Pareto-evenwichten van het spel bepaald worden. Deze zullen aantonen welk scenario de ISP verkiest. Uit deze keuze kunnen dan aanbevelingen rond NN-regelgeving worden afgeleid.

Om op de onderzoeksvraag te kunnen antwoorden, dient eerst een antwoord te worden gegeven op drie vragen:

- Wat is NN?
- Wat is de huidige wetgeving en wat zijn de problemen met NN in die wetgeving?
- Welke scenario's kunnen op basis hiervan afgeleid en geëvalueerd worden?

Het antwoord op de eerste vraag is snel te vinden, maar verschilt in detail in meerdere bronnen. In dit onderzoek wordt een algemene definitie gebruikt voor netneutraliteit die afgeleid wordt uit enkele rapporten en samenvattingen rond NN (Belgische Kamer van Volksvertegenwoordigers, 2011a; European Commission, 2011; Van Bruwaene, 2011): op enkele uitzonderingen na moet communicatie over het netwerk gelijk worden behandeld onafhankelijk van de inhoud, het soort applicatie, de dienst die verwezenlijkt wordt, het apparaat voor communicatie, de afzender en de ontvanger. De uitzonderingen omvatten redelijk netwerkbeheer, wat door de regulatoren wordt gezien als netwerkbeheer ten voordele van de klant zoals bv. het filteren van ongewenste e-mail, het voornemen van tijdssensitieve applicaties en de wettelijk bepaalde blokkering van illegale sites. De twee andere vragen worden in de rest van het hoofdstuk behandeld. Eerst wordt het onderzoek gemotiveerd door het te vergelijken met reeds bestaande studies rond NN. Daarna wordt de wetgeving zoals die nu is in de EU en de VS besproken. De EU en VS worden gekozen omwille van de democratische en technologische omgeving. In hetzelfde deel wordt ook bekeken wat de moeilijkheden zijn met NN in de wetgeving. Ten derde worden enkele inbreuken tegen de definitie van NN besproken. Deze geven weer wat de reactie is van de ISP op de congestie en het

inkomstenverlies. Vervolgens worden deze reacties afgeleid tot scenario's en worden de scenario's geïntroduceerd die gebruikt zullen worden in het spel. Als laatste wordt er geconcludeerd met een algemeen overzicht van de wetgeving en de scenario's.

2.2 Eerder onderzoek rond netneutraliteit

Er bestaat al onderzoek rond de invloed van netneutraliteit. Om geen analyse te dupliceren worden enkele bronnen rond de impact van NN bekeken en wordt daaruit afgeleid wat er nog moet bestudeerd worden.

De studies die in de literatuur gevonden werden (Cheng, H. K., Bandyopadhyay, S., & Guo, 2011; Crocioni, 2011; Economides & Tåg, 2009; Guo, Cheng, & Bandyopadhyay, 2012; Krämer, Wiewiorra, & Weinhardt, 2012), bevinden zich in hetzelfde studiegebied als dit onderzoek, maar leggen de focus op een ander aspect. Dit onderzoek gaat namelijk over de competitie op applicatievlak tussen de ISP en OTT, terwijl de vermelde studies vooral kijken naar een tweezijdige internetmarkt voor de ISP. In een tweezijdige internetmarkt verdient de ISP geld via zowel de klanten als de OTT (bv. de klant betaalt minder abonnementskosten voor toegang tot internet, maar OTT-applicaties betalen dit stuk dan voor de klant). Het grootste verschil bevindt zich dus op competitievlak.

Toch is het interessant om de hoofdpunten van de bovenvernoemde bronnen samen te vatten. Deze conclusies kunnen gebruikt worden om de resultaten van deze studie te staven. Het besluit van de auteurs is deze:

- De ISP's winnen algemeen bij no-NN en OTT's verliezen.
- De ISP is meer geneigd om aan netwerkuitbreiding te beginnen in geval van NN.
- Als de OTT de optie krijgt om zijn eigen verkeer voorkeur te geven tegen betaling, wordt de OTT verplicht om deze voorkeursdistributie te integreren in zijn model omdat het anders uit de markt verdwijnt door rivaliserende OTT-spelers die wel de voorkeursdistributie betalen.
- No-NN zorgt voor een belemmering van innovatie op applicatievlak door kleinere winstmarges en een hogere instapdrempel.

Naast de eerste reeks bronnen die op een ander aspect focussen dan dit onderzoek, werd er ook een bron gevonden van het BEREC (Body of European Regulators for Electric Communications) die wel de invloed van NN op competitie op applicatieniveau analyseert. Het BEREC is een overkoepelende organisatie van alle NRA's (National Regulatory Authority) van de EU-lidstaten die aanbevelingen en opmerkingen geeft aan de Europese Commissie over hoe de telecommarkt nu werkt en verder zou moeten groeien. Elke NRA is op zich verantwoordelijk voor het toezicht op het naleven van de telecomregelgeving in een land. In het onderzoek van het BEREC (BEREC, 2012) kwamen de volgende punten naar voren:

- Anticompetitief gedrag (blokkeren, voornemen eigen service en extra toeslag) is aanwezig op de Europese markt, zij het in beperkte mate.
- Deze praktijken zorgen voor een daling in keuze voor de klant, een verhoging van de prijzen en eventueel een daling in kwaliteit.

- Bij no-NN kan differentiatie voor QOS (Quality Of Service) leiden tot extra inkomsten die aangewend kunnen worden voor netwerkuitbreiding.
- Het effect van deze praktijken is speculatief, want in de praktijk worden zij in beperkte vorm gebruikt (bv. enkel vertragen tijdens piekperiodes) of ze worden verboden door de wet als ze optreden.

Omdat de praktijken die BEREC vernoemt niet vaak voorkomen, moeten voorspellende modellen gebruikt worden om het effect van NN op een competitieve markt te onderzoeken. Dit is het soort onderzoek dat in deze studie zal besproken worden.

In dit deel komt duidelijk naar voren dat er nog onderzoek nodig is naar de impact van NN op competitie tussen de ISP en OTT. Deze studie zal via speltheorie verschillende scenario's analyseren om zo de impact van NN op competitie op het applicatievlak te bestuderen. In de inleiding werd de vraag gesteld welke scenario's er kunnen afgeleid worden. Er kan hier al een schets van een *managed lane*-scenario met voorkeursdistributie afgeleid worden. Daarbij wordt een deel van de bandbreedte voorbehouden voor klanten die een VDV (Voorkeursdistributievergoeding) betalen. Daarnaast wordt er door het BEREC op netwerkuitbreiding gewezen als mogelijk scenario. De besluiten uit het onderzoek van het BEREC en de andere bronnen kunnen vergeleken worden met de eigen conclusies om verwachte en onverwachte resultaten kritisch te kunnen analyseren (zie Hoofdstuk 5).

2.3 Wetgeving rond NN

Om aanbevelingen te kunnen maken op de wetgeving rond netneutraliteit, moet deze wetgeving gekend zijn. Daarom komt in dit deel een overzicht van de wetgeving in de EU en VS aan bod. Deze locaties worden gekozen wegens de democratische en technologische omgeving waarin NN verondersteld wordt door burgers. Om een volledig antwoord te geven op de vraag 'Wat zijn de problemen met NN in de wetgeving?', wordt ook de evolutie van de wetgeving in beide regio's besproken, alsook de markttoestand omdat deze een belangrijke rol speelt bij de keuze van het aanpakken van NN-regelgeving via competitie of niet.

2.3.1 De huidige wetgeving:

2.3.1.1 Wetgeving in de EU

In de EU is de wetgeving rond NN geëvolueerd van regels die via competitie NN impliciet moeten garanderen naar wetsvoorstellen die NN expliciet garanderen.

De eerste poging om NN te garanderen kwam tot stand via enkele richtlijnen van de EC (Europese Commissie) en de reeds bestaande competitiewetgeving in de EU. De richtlijnen van de EC (Van Bruwaene, 2011) moeten geïmplementeerd worden door EU-lidstaten en hebben als doel de competitie in de internetmarkt te verzekeren. Via deze competitie zou NN behouden worden indien de mensen 'stemmen met hun voeten' (lees: oneerlijke praktijken afstraffen door van provider te wisselen) volgens Europese Commissaris Neelie Kroes. Deze richtlijnen omvatten vijf belangrijke punten:

- *Vrijheid van meningsuiting* : er wordt niet gecensureerd, tenzij de betreffende site of applicatie tegen de wet ingaat (bv. kinderporno, inbreuk copyright).
- *Transparantie*: de ISP dient eenduidig aan te geven wat zijn policy is ten opzichte van bepaalde applicaties en sites (bv. blokkeren van VOIP (Voice-Over-IP)).
- *De noodzaak van investeringen in efficiënte open netwerken*: de Europese Unie subsidieert investeringen in nieuwe infrastructuur om uitbreidingen van het netwerk door de ISP aan te moedigen. Deze uitbreidingen zorgen voor meer bandbreedte of snellere verwerkingstijden van datastromen zodat congestie minder snel optreedt en men als gevolg minder netwerkbeheer moet toepassen.
- *Eerlijke concurrentie in netwerken en diensten*: het blokkeren of vertragen van netwerkverkeer van een concurrerende service mag niet toegelaten worden (bv. OTT-video vertragen zodat de eigen IP-tv aantrekkelijker wordt voor de consument).
- *Steun voor innovatie*: het beheer van het netwerkverkeer wordt toegelaten zolang dit met het doel is om het vlotte verloop van het verkeer en de levering van de dienst te garanderen (bv. telefoonverkeer voorgang verlenen ten opzichte van ander verkeer omdat telefonie zeer gevoelig is voor vertragingen). Dit zorgt ervoor dat alle diensten bruikbaar blijven als er congestie optreedt en dat investeerders en applicatieontwerpers niet afgeschrikt worden door problemen met het netwerk. Het toegelaten beheer dient dus niet om de beperkingen van het huidige netwerk te exploiteren en de investeringskosten voor netwerkuitbreiding uit te stellen.

De richtlijnen van de EC zijn wetgevende initiatieven (European Commission, 2013a). Deze moeten geïmplementeerd worden door de lidstaten, maar de manier waarop dit gebeurt laat de EU over aan de landen zelf. De EU heeft naast deze richtlijnen ook competitiewetten. Deze wetgevingen regelen competitie en vermijden op die manier oneerlijke praktijken. Enkele van deze wetten en hun artikels zijn ook voor NN belangrijk:

- Universal Service Directive (European Commission, 2002a)
 - Artikel 21 luidt dat de lidstaten en NRA's transparante informatie over tarieven en mogelijkheden moeten beschikbaar stellen aan consumenten.
 - Artikel 20, punt 4 vermeldt dat een klant bij wijzigingen aan het contract zonder boete het contract mag opzeggen en dat contractwijzigingen een maand op voorhand moeten worden aangekondigd.
 - Ook is de contractduur volgens (European Commission, 2013b) beperkt tot maximaal 24 maanden en moeten ISP's een contract aanbieden van 12 maanden.
 - Daarnaast kan de NRA volgens artikel 22 ook een minimum QOS opleggen voor een bepaalde dienst (bv. gegarandeerde bandbreedte voor VOIP-services zodat klanten een stabiele verbinding hebben).
- Electronic Communications Framework Directive (European Commission, 2002b)
 - Volgens artikel 7 mogen NRA's in het geval van een dominante speler de toegang tot het netwerk van die ISP reguleren tot er genoeg concurrerende ISP's zijn met een eigen netwerk. Dit heet het openstellen van het netwerk en steunt op de *ladder of investment* theorie. (zie 2.3.2.3 voor meer uitleg).

De Europese Commissie ziet erop toe dat de richtlijnen en wetten nageleefd worden. Als in een land het gewenste resultaat nog niet bereikt is tegen de vooropgestelde datum, dan kan de Europese Commissie hiertegen optreden. Eerst zullen ze een vordering inzake schending van de wet starten door een aanmaningsbrief te sturen. Indien de inbreuk tegen de wet niet opgelost wordt, kan de

Europese Commissie de zaak doorsturen naar het Europese Hof van Justitie om een uitspraak te verkrijgen om het land een financiële sanctie op te leggen. Deze sanctie kan lopen van 40.000 tot 215.000 euro per dag (European Commission, 2011).

De richtlijnen van de EC moesten bereikt worden tegen 25 mei 2011. Voorbeelden van inbreuken tegen de competitiewetten zijn terug te vinden in (European Commission, 2012a). De meeste inbreuken zijn misbruik van dominante positie door de grootste marktaandeelhouder. Deze gebruikt prijszetting om startende ISP's af te schrikken. De kostprijs voor toegang tot het netwerk van de grootste marktaandeelhouder wordt hoger gesteld dan de abonnementsprijs voor klanten, waardoor de nieuwe ISP geen competitief of winstgevend tarief kan aanbieden. Een voorbeeld hiervan is de Spaanse *incumbent* Telefónica die in juli 2007 151,8 miljoen euro moest betalen voor een vijf jaar durend misbruik van zijn dominante positie. Een andere vorm van inbreuk is die waar de abonnementsprijs voor klanten van de grootste marktaandeelhouder zo laag wordt gezet dat deze zelf verlies lijdt, maar dat alle klanten overstappen naar diezelfde ISP. Competitieve ISP's worden zo uit de markt geduwd. Het Franse telecombedrijf Wanadoo werd hiervoor in 2003 een boete opgelegd van 10,5 miljoen euro.

Het behouden van NN via competitie bleek echter niet ideaal omdat er nog steeds ISP's zijn die zich niet houden aan strikte NN. Daarom werd Europees Commissaris Neelie Kroes door het Europees Parlement gevraagd om een wetsvoorstel in te dienen (Kroes, 2013a) die NN moet definiëren en garanderen. Het wetsvoorstel kreeg echter al veel commentaar omdat delen ervan haaks op het concept van NN staan (zie 2.3.2.1 voor de problemen met de twee punten die volgen). Het wetsvoorstel gaat niet enkel over NN, maar de belangrijkste punten voor dit onderzoek zijn:

- In artikel 20 wordt vermeld dat klanten mogen overeenkomen met ISP's over bepaalde datasnelheden, datavolumes en algemene kwalitatieve eigenschappen van hun verbinding.
- Verder in dat artikel staat dat de ISP en de content provider SLA's (Service Level Agreements) mogen overeenkomen die hen een bepaalde QOS garanderen om zo specifieke services te kunnen aanbieden.

De tekst werd voorgelegd aan het Europees Parlement en deze paste de tekst aan opdat de achterpoortjes en ontbrekende stukken verwijderd werden. De belangrijkste aanpassingen waren deze (Meyer, 2014; Schaake & Rohde, 2014):

- Het expliciet toevoegen van een definitie voor netneutraliteit.
- Het vernauwen van de definitie van specifieke services. Een specifieke service wordt gezien als een service die geoptimaliseerd is voor bepaalde inhoud of applicaties en die op logisch aparte capaciteit van het netwerk wordt aangeboden. Verder mag deze service ook geen alternatief zijn voor het aanbieden van internettoegang.
- De specifieke services mogen enkel aangeboden worden indien deze gebruikt kunnen worden naast normale internettoegang en zolang deze de toegankelijkheid en de kwaliteit van deze internettoegangsservices niet benadelen. Gelijkaardige services mogen door de ISP's niet anders behandeld worden.

Deze aanpassingen werden goedgekeurd in een stemming door het Europees Parlement. Nu moet het wetsvoorstel nog goedgekeurd worden door de Raad van de Europese Unie. Deze Raad is samengesteld uit één minister van elke lidstaat. De net aangebrachte aanpassingen kunnen hierbij opnieuw veranderd worden. Wanneer de wet door beide instellingen wordt goedgekeurd, zal de wet worden aangenomen.

Omdat er een algemene regelgeving is van de EU, maar die slechts een ondergrens vormt voor de nodige regelgeving, worden ook enkele specifieke landen bekeken.

2.3.1.1.1 België

België is een EU-lidstaat waar nog geen expliciete wetgeving rond NN bestaat. De nodige regelgeving werd reeds ingevoerd om te voldoen aan de eisen van de EU. De wetsvoorstellen die de richtlijnen van de EC invoerden (Belgische Kamer van Volksvertegenwoordigers, 2011a, 2011b, 2012) werden geïmplementeerd in de nieuwe telecommunicatiewet van 2012 (Vandelanotte, 2012). Deze bevatten de volgende aanpassingen aan artikels:

- De wet van 13 juni 2005 betreffende de elektronische communicatie aangepast in Art. 5. Artikel 108, § 1 luidt dat de ISP's duidelijk moeten zijn in het naar voor brengen van informatie over beperkingen inzake de toegang en het gebruik van applicaties en diensten.
- In het Artikel 115/1, § 1 van diezelfde wet wordt aangehaald dat ISP's geen applicaties mogen belemmeren of vertragen tenzij enkele wettelijke uitzonderingen toepasbaar zijn. Onder deze wettelijke uitzonderingen bevindt zich een punt over het tegengaan van congestie. Het toepassen van netwerkbeheer in dit geval is toegelaten zolang gelijke soorten verkeer gelijk behandeld worden. Er mag ook onderscheid worden gemaakt om een niet-internetdienst te bekrachtigen (bv. bij een VOIP-abonnement op de telefoon om te bellen, mag men ander internetverkeer blokkeren als de klant geen internetabonnement heeft).
- In Art. 3 wordt het Artikel 115/2 ingevoegd die het BIPT (Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie) toelaat minimumvoorschriften te stellen om QOS te garanderen.
- In de wet van 17 januari 2003 met betrekking tot het statuut van de regulator van de Belgische post- en telecommunicatiesector wordt Artikel 111/3 ingevoegd. Dit artikel definieert enkele wetten die competitie aanwakkeren door consumenten sneller en gemakkelijker te laten overstappen van operator. Ten eerste kan de ISP niet langer een schadevergoeding eisen bij het opzeggen van een contract na zes maanden, tenzij dit een koppelaanbieding was. In dit geval wordt enkel de restwaarde van het product betaald. Ten tweede kan een abonnee nu zijn contract schriftelijk opzeggen zonder aangetekende brief, dit kan per brief of via elektronische weg (de site van de ISP of e-mail).

Het BIPT (Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie), de Belgische NRA, heeft al gebruik gemaakt van het artikel rond de minimumvereisten voor de QOS en eist van ISP's minimum 1Mbps voor klanten (BIPT, 2013).

Daarnaast werden enkele ISP's verplicht om hun netwerk open te stellen zodat er meer competitie op de markt kan komen. In België is het zo dat twee soorten ISP's het grootste marktaandeel hebben. Voor België (BE) wordt DSL (Digital Subscriber Line) aangeboden door de incumbent Belgacom en kabelinternet wordt door Telenet aangeboden in Vlaanderen, door VOO in Wallonië en door Numéricable in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De splitsing van de markt in België bestaat voor 52% uit DSL-lijnen en 47% kabelinternet (European Commission, 2012b).

Als traditionele operator was Belgacom verplicht om zijn netwerk open te stellen. Ondanks het feit dat Belgacom toegang tot zijn netwerk moet verlenen tegen gereguleerde prijzen, zijn het toch voornamelijk de bovenvermelde kabelinternetproviders en Belgacom waarbij klanten aangesloten zijn en zijn er weinig andere ISP's op de breedbandmarkt. Wegens de dominante positie van de kabeloperatoren in de triple-play markt, moeten ook zij hun netwerk openstellen voor andere ISP's

zodat deze video-, telefoon- en internetdiensten kunnen aanbieden (Conferentie van Regulators voor de elektronische Communicatiesector, 2011; Knack, 2013).

2.3.1.1.2 Nederland

Nederland is de eerste EU-lidstaat met regelgeving rond NN (ICRI, 2012). Het concept NN wordt daarbij in de wet vastgelegd en specifiek het gebruik van verschillende tarieven naargelang applicatiegebruik wordt verboden.

2.3.1.1.3 Slovenië

Ook Slovenië had al wetgeving geformuleerd voor netneutraliteit (Marsden, 2013) nog voor de EU met een algemene regelgeving naar voren kwam. Eind 2012 werd deze wet van kracht. De wet verbood het blokkeren en discrimineren van datastromen met uitzondering van redelijk netwerkbeheer. Volgens de wet mag de ISP dit netwerkbeheer slechts in gepaste mate en voor beperkte tijd toepassen.

2.3.1.1.4 Frankrijk

In 2011 werd een wetsvoorstel ingediend dat vooral gericht was op de bescherming van de klanten eerder dan de content providers (ICRI, 2012). Het ARCEP (Franse NRA) moet toezien op het correcte gedrag van de ISP door te waken over discriminerend gedrag van de ISP, zijn competitieve machtspositie en transparante informatieoverdracht naar de klanten toe. Het ARCEP had hiertoe al tien voorstellen (Arcep, 2010), maar deze voorstellen zijn een vrijwillige gedragscode voor de ISP's en de regulator en kunnen niet wettelijk gehandhaafd worden indien er een inbreuk tegen plaats vindt. De voorstellen omvatten transparantie van de ISP en non-discriminatie voor verschillende services. Er is ook sprake van dat het aanbieden van *managed services* toegelaten is zolang de kwaliteit van andere services hiermee aanvaardbaar blijft.

2.3.1.1.5 Duitsland

Er werd een wetsontwerp ingediend met clausules die blokkering en discriminatie tegengaan, maar ook een clause die het voorrang geven van eigen of andere applicaties verbiedt (Scherer & Heinickel, 2013). Voorrang geven is wel toegestaan als deze aan een bepaalde klasse van services wordt toegekend, maar individuele voorrang wordt verboden.

2.3.1.2 Wetgeving VS:

De huidige wetgeving in de VS rond NN kan kort beschreven worden omdat deze er bijna afwezig is. De reden hiervoor is de classificatie van internet als *information service* in plaats van een *telecommunications service*. Een *information service* kan het best uitgelegd worden als een object dat informatie beschikbaar maakt voor zijn klanten en een *telecommunications service* is een service die data verstuurt over een netwerk. Aangezien internet als een *information service* geclassificeerd wordt, valt het niet onder de regelgeving van de *common carrier* (algemeen datatransport). Het probleem hiermee is dat de wetgeving voorschrijft dat enkel de *common carrier* gereguleerd mag worden door de NRA en internetdiensten dus niet.

De classificatie heeft tot gevolg gehad dat de regels die de FCC (Federal Communications Commission) opstelde om NN te garanderen al tweemaal nietig werden verklaard door het gerecht. Van het huidig wetgevend kader, genaamd 'Open internet order', geldt enkel nog de regel dat de

ISP's transparant moeten zijn over hun netwerkbeheer. Het verbod op blokkeren en onredelijke discriminatie bleek volgens het gerecht buiten de bevoegdheid van de NRA te vallen. De FCC heeft ondertussen nieuwe voorstellen ingediend waarop zij momenteel commentaar vragen van geïnteresseerde partijen (FCC, 2014).

2.3.2 Moeilijkheden met NN in de wetgeving

Zoals net gezien bij de wetgeving in de VS, is het integreren van NN in de wetgeving geen eenvoudige opdracht. Daarom gaat dit deel wat dieper in op de moeilijkheden bij het afbakenen van de definitie van NN en 'redelijk' netwerkbeheer.

2.3.2.1 EU

De evolutie van de wetgeving in de EU toont aan dat een regelgeving die voornamelijk op competitie steunt geen oplossing vormt. Al zijn de ISP's die inbreuken plegen tegen NN in de minderheid, zijn ze wel aanwezig volgens een onderzoek van het BEREC en de EC (BEREC & European Commission, 2012). De regelgeving gaat daarom van *laissez faire* naar effectieve regelgeving en toont daarmee aan dat competitie en huidige wetgeving niet genoeg is om NN volledig te garanderen.

In België, bijvoorbeeld, werd competitiewetgeving al ingevoerd en toch wordt DPI-apparatuur (Deep Packet Inspection) gebruikt (Knack, 2011). NN wordt dus in strenge zin bedreigd, maar dit maakt voor de meeste klanten niet veel uit omdat enkel P2P- en grootgebruikers worden benadeeld. Daarom moet de vraag gesteld worden waar de grens ligt tussen aanvaardbaar netwerkverkeer en misbruik van een dominante positie.

Een groot deel van de problemen met wetgeving rond NN in de EU komt dan ook voort uit de definitie van uitzonderingen en 'redelijk' netwerkbeheer. Een voorbeeld hiervan is te vinden in de nieuwe wetsvoorstellen van Neelie Kroes. In twee ontwerpresoluties rond de digitale markt en het buitenlands beleid van de EU m.b.t. digitale vrijheid vroeg het Europees parlement aan Neelie Kroes om wetsvoorstellen in te dienen voor NN omdat de huidige maatregelen onvoldoende waren (EDRI, 2012). Neelie Kroes ging akkoord dat er wetten moesten komen om discriminatie op het net te voorkomen, maar wees erop dat innovatie kan tegengehouden worden als er te strikt wordt gereguleerd op QOS-contracten (Kroes, 2013b). De nieuwe wetsvoorstellen van Neelie Kroes (Kroes, 2013a) ontvingen veel kritiek omdat zij niet te streng wou zijn in de wetten. De directeur-generaal van justitie in de Europese Commissie had volgend commentaar over de wetten voor NN (Director-General Justice, 2013):

- In artikel 20 wordt vermeld dat klanten een overeenkomst mogen afsluiten met ISP's over bepaalde datasnelheden, datavolumes en algemene kwalitatieve eigenschappen van hun verbinding. Hier wordt opgemerkt dat deze overeenkomst ook ongewenst netwerkbeheer kan inhouden en dat deze regel in feite in strijd is met het NN-principe dat het wetsvoorstel probeert te bekomen.
- Verder in dat artikel staat dat de ISP en de content provider SLA's mogen overeenkomen die hen een bepaalde QOS garanderen om zo gespecialiseerde services te kunnen aanbieden. Dit kan echter leiden tot onbedoelde anticompetitieve omstandigheden waarin andere OTT's geen gelijkaardig aanbod kunnen aanbieden omdat zij de financiële middelen niet hebben om tot een dergelijk akkoord te komen.

Ondanks de kritiek werd de huidige tekst behouden en voorgelegd aan het Europees Parlement. Hierbij hebben verschillende commissies aanpassingen aangebracht aan het document (zie 2.3.1.1). Deze aanpassingen werden dan door het Europees Parlement goedgekeurd. Met deze aanpassingen zijn de zorgen rond het definiëren van specifieke services gedeeltelijk opgelost, maar de aanpassingen kunnen nog gewijzigd worden door de Raad van de Europese Unie die het aangepaste wetsvoorstel nu moet goedkeuren.

Zoals uit het commentaar op deze nieuwe wetten blijkt is het moeilijk om veel vrijheid te laten in de mogelijkheden van de ISP omdat deze de vrijheden ook kunnen uitbuiten als achterpoortjes om toch no-NN-praktijken wettelijk te implementeren.

2.3.2.2 VS

De evolutie in de VS toont aan dat er moet opgepast worden dat de ISP's niet buiten het bereik van de NRA vallen. De VS begon met enkele regels die moesten nageleefd worden door de ISP's en zag deze regels nietig verklaard worden wegens een slechte classificatie van internetdiensten.

De eerste grote zaak rond NN was deze van de FCC vs. Comcast (Mueller, M. L., & Asghari, 2012; Van Bruwaene, 2011). Met de eerste regels ingevoerd door FCC, 'Internet Policy Statement', werden klanten gegarandeerd tot (Van Bruwaene, 2011; Wikipedia, 2014a):

- Toegang tot internet
- Keuze van applicatie
- Keuze van apparatuur
- Competitie tussen alle soorten providers

Comcast begon echter het programma BitTorrent te vertragen. De FCC wint initieel zijn case tegen Comcast, maar Comcast ging in beroep tegen de uitspraak en kreeg zijn gelijk. De rechtbank besliste dat de FCC buiten zijn bevoegdheid ging. De FCC moest daarop nieuwe regels instellen.

De 'Open internet order' van het FCC was een afgezwakte versie van de oorspronkelijke regels (FCC, 2010):

- Transparantie
- Geen blokkering
- Geen onredelijke discriminering

Als gevolg hiervan werd een tweede grote zaak opgestart tegen de FCC. De ISP Verizon stapte naar de rechtbank om de nieuwe regels van het FCC nietig te laten klaren omdat zij vinden dat de FCC zijn bevoegdheid daarmee nog steeds te buiten gaat. De rechtbank heeft uitgesproken dat het verbod op blokkeren en discrimineren inderdaad buiten de bevoegdheid van de FCC zijn en heeft deze nietig verklaard (United States Court of Appeals for the district of Columbia circuit, 2014; Wikipedia, 2014b).

Amerika zit momenteel dus effectief zonder regelgeving rond NN waardoor ISP's afspraken kunnen maken met content providers om hun verkeer voor te nemen op anderen. Voor Netflix is dit bijvoorbeeld het geval. Netflix heeft al twee afspraken met de ISP's Comcast en Verizon afgesloten om de snelheid van zijn VOD-service te verhogen door te betalen voor een rechtstreekse verbinding tussen de servers van Netflix en het transportnetwerk van de ISP's (Luckerson, 2014).

Na de nietigverklaring van de 'Open internet order' ging de FCC snel over tot het creëren van nieuwe voorstellen (FCC, 2014). In deze voorstellen staat opnieuw dat de ISP transparant moet zijn over zijn netwerkbeheer. Daarnaast trachten ze opnieuw een regel in te voeren waardoor er niet kan geblokkeerd worden. Als laatste proberen ze een regel in te voeren waarbij enkel praktijken

toegestaan worden zolang ze commercieel aanvaardbaar zijn. Dit wil zeggen dat voorkeursdistributie nog steeds mogelijk is, zolang dit als commercieel aanvaardbaar gezien wordt door de FCC. Om deze reden ontvangen deze voorstellen veel negatief commentaar. De tegenstanders vrezen dat de grote bedrijven zullen bijbetalen voor betere voorwaarden op het netwerk, waardoor start-ups en kleinere bedrijven, die geen kapitaal hiervoor hebben, een competitief nadeel ondervinden.

2.3.2.3 Het belang van de markt: marktvergelijking EU en VS

Naast de eigen regelgeving van de regio's en landen, moet ook rekening gehouden worden met de markttoestand. Dit is de reden waarom de EU eerst competitie wou gebruiken en dit bij de VS niet voorkwam. Ondanks de grote gelijkenissen van deze twee gebieden op politiek en economisch vlak is de markt toch verschillend:

- EU: verdeelde lidstaten en veel operatoren
- VS: groot geheel met weinig operatoren

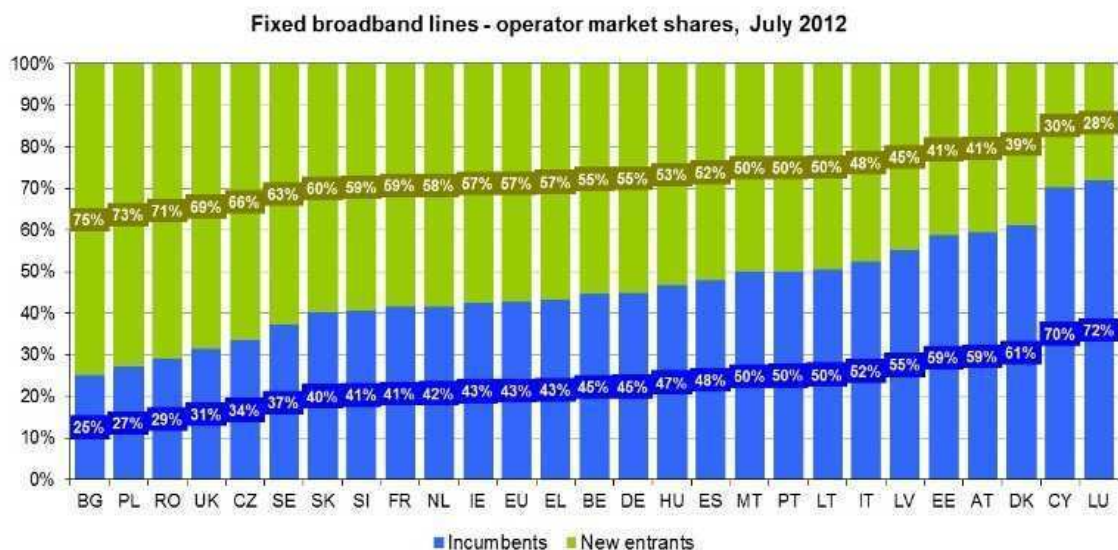
De situatie in de VS is dus anders dan die van de EU, omdat competitie daar bijna niet te vinden is op de breedbandmarkt. In (Marcus, GmbH, Tno, & Wik, 2011) wordt uitgelegd hoe de breedbandmarkt eruit ziet: *“US fixed broadband markets constitute a series of de facto duopolies, with no effective competition based on granting competitors access to end-users via Local Loop Unbundling (LLU), shared access or bitstream access; thus, consumer choice is severely limited. In the absence of the recently imposed rules, US regulators would have no ability at all to prevent or remedy network neutrality harms.”*

De auteur verwijst hier naar de eerder vermelde openstelling van netwerken. Dit gebeurt meestal via LLU en bitstream access (Gabelmann, 2001).

- Bij LLU (Local-Loop Unbundeling) wordt de verbinding van de ISP tussen de klant en de centrale opengesteld voor andere telecombedrijven zodat die het gebruik ervan met hun eigen apparatuur en software kunnen regelen en dus hun product kunnen aanpassen aan de noden van hun klanten.
- Daarnaast is er ook bitstream access. Bitstream access verschilt van LLU omdat de gebruiker ervan nu niet aan de fysieke verbinding zelf kan. De nieuwe provider krijgt een deel bandbreedte toegewezen en kan deze aanbieden aan klanten met gewijzigde parameters.

Deze aanpak is gebaseerd op de *ladder of investment theory* (Herrerra-Gonzalez, 2011). Door de grote investeringskosten die gepaard gaan met het aanleggen van een netwerk is het voor nieuwe bedrijven zeer moeilijk om deze markt binnen te treden. Het openstellen van het netwerk laat nieuwe bedrijven toe om breedbanddiensten te verkopen via de netwerkinfrastructuur van de ISP om zo inkomsten te genereren. Deze inkomsten kunnen aangewend worden om zelf infrastructuur aan te leggen die het bedrijf minder afhankelijk maken van de diensten van de ISP. Op die manier kunnen nieuwe aanbieders van breedbanddiensten dieper in de markt infiltreren.

In de VS kan regulatie op competitie bijgevolg geen oplossing bieden voor het behouden van NN want daar is de openstelling van het netwerk niet verplicht. De EU is echter een verzameling van landen met elk hun eigen markt en ISP's waar het openstellen van het netwerk van de incumbent kan verplicht worden door de NRA zolang er niet genoeg competitie is. Voor de EU-lidstaten ziet niet elke markt er hetzelfde uit. In de lidstaten zijn er zowel competitieve markten als monopolies. Een overzicht van de marktverdeling in de verschillende EU lidstaten is te vinden in Figuur 1 (European Commission, 2012b):



Figuur 1 Vaste breedbandlijnen – marktverdeling operatoren volgens (European Commission, 2012b)

Deze figuur toont duidelijke verschillen aan. In Bulgarije, Polen, Roemenië en Engeland wordt de breedbandmarkt niet gedomineerd door de incumbent, de nieuwe operatoren hebben namelijk meer dan 70% marktaandeel. In Denemarken, Cyprus en Luxemburg is het net omgekeerd en heeft de incumbent meer dan 60% van het marktaandeel in handen. Het Europese gemiddelde ligt momenteel op 43% in handen van de incumbents en 57% in handen van de nieuwe operatoren. België ligt zeer dicht bij dit gemiddelde.

Er moet echter op gelet worden dat het marktaandeel van de incumbent geen directe indicator is van competitie. Veel ISP's zijn slechts aanwezig in een bepaald landsdeel en niet over heel het gebied. In dat geval is er geen sprake van volledige competitie, maar een lappendeken van het bereik van de ISP's. De klant heeft enkel keuze uit de ISP's die de service aanbieden in hun landsdeel en niet noodzakelijk alle ISP's. Een voorbeeld hiervan is België. Zoals aangegeven werd in 2.3.1.1.1, is de markt in België verdeeld tussen de DSL-lijnen van de incumbent Belgacom en de kabelnetwerken van Telenet, VOO en Numéricable. Als er echter gekeken wordt naar de gewesten apart dan is elk gewest een duopolie waarbij telkens één van de kabeloperatoren in competitie is met Belgacom. Er is dus geen sprake van een competitieve markt, ook al ligt 47% van het marktaandeel in de handen van nieuwe operatoren (kabeloperatoren inclusief).

De markt heeft duidelijk een invloed op de manier waarop NN kan gegarandeerd worden. Landen met veel competitie kunnen een mildere wetgeving opstellen dan landen met één ISP. Klanten zullen immers van provider veranderen als zij een beter alternatief hebben.

2.3.3 Samenvatting wetgeving

In dit hoofdstuk werden de wetgeving en de moeilijkheden met de wetgeving rond NN overlopen. In de EU en de VS wordt geprobeerd om wetten naar voren te brengen om blokkering en discriminatie in te perken en transparantie te garanderen. De definitie van NN voor beide houdt ook in dat de klant een keuze kan maken tussen verschillende providers, applicaties en apparatuur.

De verschillen tussen de markten zorgen echter voor verschillen in wetgeving. Waar de EU via competitie NN wil creëren, moet de VS regelgeving rond NN introduceren omdat er daar weinig keuze is tussen ISP's.

Daarnaast zijn er nog moeilijkheden met NN. In beide gebieden is er nog onzekerheid over NN en wat dit juist moet inhouden. Het invoegen van NN in Nederland bracht geen faillissementen of rapporten van grote verliezen teweeg bij de ISP's. Daaruit wordt afgeleid dat wetgeving rond NN kan vastgelegd worden, maar de vraag is hoe streng deze wetgeving moet zijn. De EU vreest verlies aan mogelijkheden voor de ISP om zijn netwerk op een normale manier te beheren en om zijn aanbod aan te passen aan de noden van zijn klanten zonder daarbij de wet te overtreden. Verder is het in de VS zo dat de NRA niet genoeg macht heeft om de markt te reguleren. Daar zal de wetgeving ook moeten ingrijpen op de bevoegdheden van de NRA.

Nu de wetgeving gekend is, zal deze met de resultaten kunnen vergeleken worden om aanbevelingen te maken voor nieuwe wetgeving. Deze aanbevelingen zullen echter enkel specifiek zijn op vlak van scenario's. Hoe elk land zelf omgaat met de aanbevelingen zal afhangen van de markt waarin hij zich bevindt, de bevoegdheid die de NRA heeft en de beperkingen van de huidige wetgeving.

2.4 Inbreuken tegen netneutraliteit

Nu aangetoond is dat er verder onderzoek dient te gebeuren op vlak van competitie tussen ISP en OTT op applicatievlak, kunnen er cases bekeken worden die scenario's zullen voorzien. Inbreuken tegen NN geven weer hoe ISP's omgaan met een tekort aan bandbreedte en inkomstenverlies. In dit deel worden de cases opgedeeld volgens het soort inbreuk tegen NN.

2.4.1 Blokkering

Amerikaanse ISP Madison River blokkeerde VOIP (Van Bruwaene, 2011):

Vonage legde een klacht neer bij de FCC omdat zij vermoedden dat Madison River hun VOIP-service blokkeerde via port blocking. Madison River en FCC kwamen tot een overeenkomst zonder de rechtbank te zien. De ISP zou VOIP-blocking stoppen en een boete betalen van \$ 15.000 aan de overheid.

2.4.2 Vertraging

Amerikaanse ISP Comcast vertraagt P2P (Mueller, M. L., & Asghari, 2012; Van Bruwaene, 2011; Wikipedia, 2014c):

Comcast vertraagde de P2P-applicatie (Peer-To-Peer) BitTorrent. De vertraging werd opgemerkt door klanten, waarop twee non-profitorganisaties Free Press en Public Knowledge een klacht indienden bij de FCC. Comcast probeerde uit te leggen dat het dit doet om zijn netwerk te beheren tijdens de piekuren. Verdere testen uitgevoerd door klanten en organisaties toonden echter aan dat Comcast ook tijdens de rustige periodes P2P vertraagde. De rechtbank beval Comcast om zijn

praktijken stil te leggen aangezien zij tegen de regels van het toenmalige 'Internet Policy Statement' ingingen. Comcast liet hierbij niet toe dat klanten een eigen applicatie mochten kiezen (BitTorrent) om hun P2P-data te verzenden. Verder is het zo dat hun netwerkbeheer niet werd aangekondigd en ook dat hun netwerkbeheer te specifiek gericht was. Ze mochten niet langer enkel P2P-verkeer vertragen: alle communicatie moest gelijk behandeld worden. Comcast had wegens de negatieve reactie van het publiek zijn netwerkbeheer aangepast zodat enkel grootverbruikers hun snelheid zagen dalen, maar ging in beroep tegen de uitspraak en kreeg zijn gelijk zoals al eerder gezien in 2.3.2.2.

De Canadese ISP Bell Canada vertraagde de P2P-snelheid bij zowel zichzelf als bij zijn virtuele ISP's (Mueller, M. L., & Asghari, 2012):

Bell Canada vertraagde het P2P-verkeer tijdens de piekuren van zijn eigen klanten. Toen het zag dat dit de congestie niet verbeterde omdat ook de virtuele ISP's op zijn netwerk P2P-verkeer verzonden, werd de P2P-vertraging op heel het netwerk doorgevoerd. Hierop dienden de virtuele operatoren een klacht in via het CAIP (Canadian Association of Internet Providers), omdat Bell Canada volgens hen het recht niet had om hen restricties op te leggen. Het CAIP beschuldigde de ISP ervan een oneerlijk competitief voordeel voor zichzelf te genereren, applicaties te blokkeren en het opportuun invoeren van dergelijke praktijken omdat de ISP net overstapte naar gelimiteerde dataplannen, terwijl zijn virtuele ISP's nog ongelimiteerde plannen aanboden.

Het CRTC (Canadese regulator) verwierp de beschuldigingen omdat de ISP kon aantonen dat het verwijderde verkeer werd ingenomen door andere tijdssensitieve applicaties en dat het netwerkbeheer voor alle ISP's gelijk verliep en enkel P2P vertraagde. Het CRTC bracht daarna wel een regelgevend kader uit. Daarmee wou de CRTC de ISP's toelaten om verschillende soorten netwerkbeheer toe te passen, maar deze praktijken worden gecontroleerd door het CRTC zelf zodat deze niet schadelijk zijn voor de consumenten of andere ISP's.

Gebruik van DPI door kabeloperator Telenet in België om P2P te vertragen (Knack, 2011):

De vertraging van de P2P-applicaties werd aanvankelijk uitgelegd als een vorm van testen om de netwerkprestaties te verbeteren. Telenet moest zijn praktijken duidelijker communiceren en heeft dit op zijn website duidelijker aangegeven (Telenet, 2014a):

- P2P = max 20% van alle verkeer op piekmomenten
- P2P = max 80% op andere momenten
- Ongelimiteerd internet is beperkt. Klanten worden geïdentificeerd als grootverbruikers zodra ze tussen 300 GB en 1500 GB gedownload hebben (afhankelijk van wanneer er gedownload werd: verbruik tijdens daluren telt minder mee dan verbruik in piekuren). Eens een klant als grootverbruiker aangewezen is, zakt hun snelheid naar 5 Mbps op de piekuren. Klanten met een vast volume zakken naar een snelheid van 1Mbps eens zij hun limiet overschrijden.

2.4.3 Vragen van extra toeslag

De Nederlandse ISP KPN was van plan klanten te laten bijbetalen voor het gebruik van VOIP- en IM-apps (Instant Messaging) (ICRI, 2012)

De ISP KPN liet in 2011 weten dat het grote verliezen leed door de opkomst van applicaties zoals Skype en WhatsApp. Als reactie hierop wou KPN nieuwe tarieven invoeren waarbij klanten zouden bijbetalen om gebruik te maken van deze applicaties (RTLNieuws.nl, 2011). Als reactie werd er een motie gestemd door de Tweede Kamer om netneutraliteit in de wet op te nemen. De Kamer

“verzoekt de regering in de telecommunicatiewet op te nemen dat telecomaانبieders niet op basis van het soort gebruik van dataverkeer mogen differentiëren en daarmee netneutraliteit te garanderen.” De motie werd aangenomen met een grote meerderheid. De Tweede Kamer bracht zelf een amendement naar voor dat werd opgenomen in de vernieuwde Telecommunicatiewet.

De Spaanse ISP Yoigo doet klanten bijbetalen voor Skype (Tofel, 2012):

De Zweedse ISP TeliaSonera liet in 2012 weten dat ze Skype misschien zouden blokkeren. Na commentaar van het publiek veranderden ze het blokkeren naar bijbetalen en uiteindelijk stapten ze ook daarvan af. De ISP besliste om de tarieven over de hele lijn omhoog te trekken. De CEO van TeliaSonera laat daarbij weten dat als al hun klanten overstappen naar VOIP ze 70% van hun inkomsten verliezen. In Spanje heeft TeliaSonera echter een dochterbedrijf Yoigo. Daar moet er wel bijbetaald worden voor het gebruik van Skype. Ondanks het indienen van enkele voorstellen zijn er echter nog geen wetten of plannen tot regelgeving in Spanje (Olmos & Castro, 2013).

2.4.4 Voornemen van eigen of andere data

De Amerikaanse ISP AT&T heeft plannen voor het aanbieden van voorkeursdistributie aan grote bedrijven (AT&T, 2014; NBC news, 2007):

AT&T had plannen om grote bedrijven zoals Google te laten betalen voor voorkeursbehandeling op zijn netwerk. AT&T was op dat moment in onderhandeling over de aankoop van BellSouth Corp en wachtte nog op de toestemming van de FCC. Deze liet de fusie enkel toe indien AT&T zich twee jaar zou houden aan bepaalde regels die NN zouden garanderen. Specifiek verbond AT&T zich ertoe om geen service aan te bieden waarbij er data voorkeursbehandeling krijgt of vertraagd wordt.

Met de nietigverklaring van de NN-wetten van de FCC wil AT&T ondertussen op de markt komen met gesponsorde datapakketten waarbij bv. Facebook betaalt voor de data die mensen gebruiken via Facebook op het netwerk van AT&T.

De Duitse ISP Deutsche Telekom probeerde om zijn eigen services vrij te stellen van de datalimieten:

In 2013 kondigt Deutsche Telekom aan dat ze overstapten van onbeperkte toegang naar vaste data caps. Op zich is dat geen probleem, maar de ISP wil de eigen services vrijstellen van deze data caps waardoor ze zichzelf een competitief voordeel geven (Der Spiegel, 2013). De limiet wordt immers sneller bereikt als de klanten andere services gebruiken dan die van de ISP. De klanten zullen zich moeten tevreden stellen met 384 Kbps als ze de limiet overschrijden. Na veel kritiek werd deze snelheid door Deutsche Telekom opgetrokken naar 2Mbps. De limiet staat op 75GB bij de goedkoopste abonnementen.

De plannen ontvingen al snel commentaar op de klaarblijkelijke inbreuk tegen NN van de regering (die zelf aandeelhouder is van het bedrijf) (Der Spiegel, 2013). Deutsche Telekom reageerde hierop dat er een duidelijk onderscheid moet gemaakt worden tussen netneutraliteit en gratis internet (Meyer, 2013), waarmee het bedrijf liet blijken dat ze niet van hun pad zouden afwijken.

Een uitspraak van de rechtbank (Fingas, 2013) weerhield de ISP echter van deze nieuwe plannen uit te voeren. Een consumentengroep vond dat de ISP geen wettelijke grond had om de limieten op te leggen. De uitspraak werd bepaald door de semantiek van de aanbieding van de ISP. Vermits de abonnementen werden voorgesteld als ongelimiteerd downloaden voor een vast bedrag, is het niet aanvaardbaar dat de klant op een limiet stuit.

Er werd sindsdien al een wetsvoorstel ingediend (Scherer & Heinickel, 2013) die clausules bevat rond blokkering en discriminatie. Specifiek is er ook een clausule rond het voorrang geven aan eigen of andere applicaties.

2.5 Scenario's voor de ISP

In dit onderzoek wordt via speltheorie achterhaald welke financieel haalbare mogelijkheden er bestaan voor ISP's om congestie en inkomstenverlies door OTT-applicaties tegen te gaan en welke aanbevelingen er kunnen gemaakt worden in verband met de invloed van de huidige regelgeving omtrent netwerkneutraliteit op deze mogelijkheden. Om hierop een antwoord te formuleren werd de regelgeving rond NN bekeken, alsook cases die zullen dienen als voorbeeld voor de scenario's:

- Uit deel 2.3 kan de huidige wetgeving afgeleid worden in verschillende landen. Aan de hand van deze wetgeving kunnen aanbevelingen gemaakt worden. Om goede aanbevelingen te geven zullen scenario's bekeken worden zowel in het NN, als in het no-NN-gebied.
- Uit deel 2.4 kan worden afgeleid dat ISP's uit zichzelf een oplossing proberen te vinden om congestie (vb. vertragen P2P) en winstverlies (vb. tariefheffing voor VOIP) tegen te gaan. Uit deze inbreuken tegen NN of aanpassingen aan manier van zakendoen kunnen aparte no-NN-scenario's afgeleid worden. Om te onderzoeken of zo'n scenario gunstig is voor de ISP/OTT/NRA kan er een model ontwikkeld worden op basis van deze scenario's die het aantal klanten, de congestie en de winst berekent. Met speltheorie kan achterhaald worden welk scenario er verkozen wordt door de ISP.
- Uit de resultaten voor de prijzen, het aantal klanten en het scenario voor het spel kunnen dan conclusies getrokken worden voor de aanbevelingen voor NN.

Om de impact van de strategieën en de scenario's te analyseren wordt gekeken naar hun impact op de VOD-markt. Deze markt wordt gekozen omdat de grote hoeveelheid videocontent één van de grootste oorzaken is voor het tekort aan bandbreedte. Wat nu volgt is een overzicht van de scenario's die gebruikt zullen worden bij het genereren van de resultaten. Deze scenario's worden dan omgezet in modellen zodat de winst en de klantenevolutie in de verschillende scenario's kan voorspeld worden. De no-NN-scenario's zijn afgeleid uit de cases die besproken werden in deel 2.4. Daarnaast zijn er nog twee NN-scenario's: één die als basisscenario wordt gebruikt om de rest mee te vergelijken en één scenario om netwerkuitbreiding voor te stellen. Het eerste stelt een basis case voor waarbij er vanuit gegaan wordt dat er NN geldt, maar dat de ISP zijn huidig netwerk behoudt. Op die manier wordt duidelijk bij vergelijking welk effect de andere scenario's hebben als er overgeschakeld wordt naar no-NN of netwerkuitbreiding. Het scenario met netwerkuitbreiding steunt op de initiatieven die genomen worden om de huidige capaciteit van het netwerk uit te breiden zoals bv. bij Telenet (Telenet, 2008). Telenet probeert via *node splitting* de capaciteit van zijn netwerk te verdrievoudigen over vijf jaar (zie 3.2.5 voor meer uitleg).

Het overzicht van de scenario's:

- Basis-NN
 - Basis case study waarmee de andere scenario's vergeleken worden
 - NN verondersteld en geen netwerkuitbreiding
- Netwerkuitbreiding
 - Voorbeeld: Telenet (Telenet, 2008)
 - NN verondersteld en de ISP investeert in netwerkuitbreiding
- Voorkeursdistributie
 - Voorbeeld: *managed lane* / AT&T vs. Comcast (zie 2.2 en 2.4.4)
 - Twee soorten QOS: *best effort* en extra bandbreedte tegen betaling
- Toegangskost

- Voorbeeld: KPN doet bijbetalen voor Skype (zie 2.4.3)
 - Klant betaalt bij voor gebruik van de OTT-service
- Dominante ISP
 - Voorbeeld: Deutsche Telekom bevoordeelt de eigen service (zie 2.4.4)
 - De service van de ISP krijgt voorrang op deze van de OTT

Deze vijf scenario's omvatten de meest voorkomende en conceptueel verschillende scenario's. Hiermee kunnen modellen gevormd worden die de winstgevendheid van de ISP en OTT voorspellen, alsook hun marktaandeel onder dat scenario. Met de resultaten kunnen dan aanbevelingen gemaakt worden over de wetgeving.

2.6 Conclusie

In dit hoofdstuk werd geprobeerd om een antwoord te formuleren op drie fundamentele vragen die nodig zijn om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden.

Ten eerste werd een algemene definitie van NN gegeven waarin de klant de vrijheid heeft om te kiezen wat er met zijn data gebeurt. Op deze definitie zijn uitzonderingen mogelijk die vallen onder 'redelijk' netwerkbeheer. Het concretiseren van wat precies 'redelijk' is, bleek de grootste moeilijkheid te zijn rond de definitie van NN.

Ten tweede is uit dit hoofdstuk gebleken dat de regelgeving rond NN nog niet op punt staat. In de EU bleek een aanpak via competitiewetgeving niet voldoende en is er nu een Europese regelgeving rond NN op komst. Deze regelgeving bevat echter nog te veel interpretatiemogelijkheden waardoor NN nog steeds niet gegarandeerd wordt. In de VS is de geschiedkundige toewijzing van internet als *information service* een doodsteek gebleken voor de macht van de NRA. Deze kan geen verplichtingen opleggen aan de ISP's over hoe zij hun netwerk mogen beheren. Daarnaast bleek wetgeving via competitie onmogelijk voor de VS wegens het verschil in marktomstandigheden. Door het openstellen van netwerken zijn er in de EU veel ISP's in competitie, terwijl er in de VS maar enkelen zijn die meestal een monopolie hebben op het gebied dat zij bezetten. Algemeen proberen de landen ervoor te zorgen dat de ISP transparant is naar de klant toe met informatie over netwerkbeheer, dat er geen applicaties geblokkeerd worden en dat ze niet 'onredelijk' behandeld worden.

Om verder na te gaan hoe de regelgeving moet aangepast worden, moet er onderzocht worden welke invloed verschillende scenario's uitoefenen op de congestie, de winst en het aantal klanten van de spelers. Daarom werd als derde punt enkele vormen van inbreuken besproken die dienen als uitgangspunt voor de no-NN-scenario's. De scenario's die uiteindelijk gemodelleerd zullen worden zijn:

- Basis-NN
- Netwerkuitbreiding
- Voorkeursdistributie
- Toegangskost
- Dominante ISP

Uit de resultaten van het economisch spel zal blijken welk scenario verkozen wordt door de ISP. Indien deze een negatieve invloed heeft op de competitie of het aantal klanten, zal het voor de

regulator interessant zijn om regelgeving in te voeren voor dat scenario. Anderzijds als een scenario gunstig is voor de competitie en voor het aantal klanten, dan moet onderzocht worden of het scenario haalbaar is voor de ISP.

Hoofdstuk 3

Achtergrond

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk komt informatie aan bod die van belang is voor het opstellen van het model en het begrijpen van de scenario's. Ten eerste worden de mogelijke technieken besproken die een ISP (Internet Service Provider) kan aanwenden om zijn netwerk te beheren en uit te breiden. Daarbij wordt ook uitgelegd hoe een ISP de ene datastroom van de andere kan onderscheiden en hoe hij deze datastromen anders kan behandelen. Daarna volgt wat meer uitleg over enkele economische termen om meer inzicht te krijgen in het marktmodel en in het spel tussen de spelers. Als laatste wordt een formule besproken die gebruikt wordt voor het modelleren van de vergoeding die klanten zullen betalen voor voorkeursdistributie.

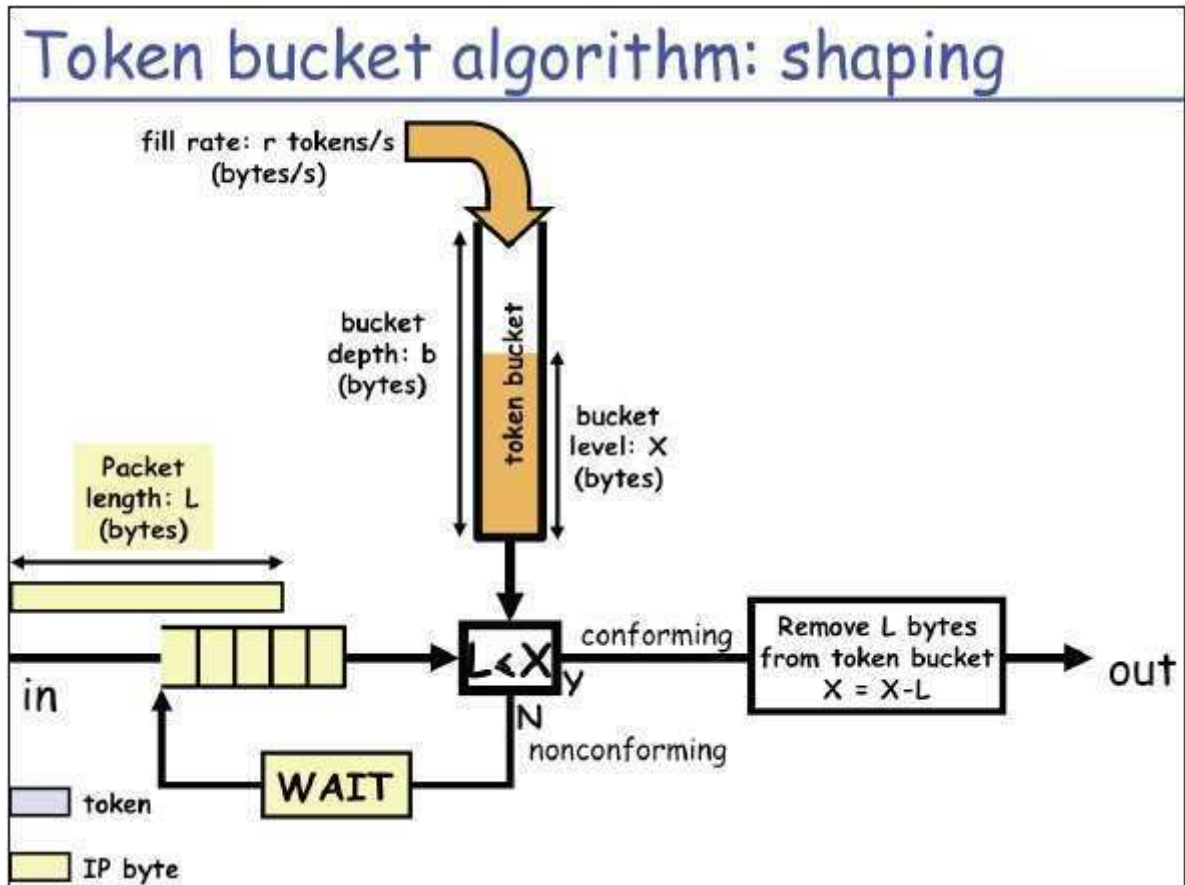
3.2 Technieken

In het vorige hoofdstuk werd vermeld dat DPI-apparatuur (Deep Packet Inspection) gebruikt wordt om bepaalde applicaties in datastromen te identificeren en ze vervolgens een specifieke behandeling te geven (zie 2.4). Dit kan gaan om een voorkeursbehandeling in het geval waarbij een bepaalde QOS (Quality Of Service) wordt verkocht. Een andere mogelijkheid is dat de datastroom net belemmerd kan worden omdat de CP (Content Provider) geen VDV (Voorkeursdistributievergoeding) heeft betaald voor zijn OTT (Over-The-Top) applicatie of omdat de klant geen extra vergoeding heeft betaald voor het gebruik van deze applicatie. Het vertragen van een datastroom wordt ook wel *throttling* genoemd.

Voordat er in detail wordt uitgelegd hoe de strategieën van een ISP (zie 2.5) gemodelleerd worden in Hoofdstuk 4, wordt er eerst dieper ingegaan op de technologie die achter deze technieken schuilt.

3.2.1 Token bucket algoritme

Throttling in een netwerk wordt geïmplementeerd door het toepassen van het *Token Bucket Algorithm*. Dit algoritme is eigenlijk zeer eenvoudig en toch efficiënt. Het basisprincipe wordt in Figuur 2 weergegeven en werkt als volgt (Pickavet & Develde, n.d.):



Figuur 2 het token bucket algoritme (Pickavet & Develde, n.d.)

De *token bucket* heeft een bepaalde diepte b , gemeten in *tokens*. Deze *tokens* kunnen verschillende zaken voorstellen, maar in dit geval worden bytes gebruikt om *tokens* voor te stellen. De *token bucket* wordt constant opgevuld aan een bepaalde snelheid r , dit is een aantal *tokens* (bytes) per seconde. Wanneer een datastroom toekomt in de server, dan wordt er gekeken naar de lengte van de pakketten. Bestaat het pakket uit minder bytes dan er *tokens* in de *token bucket* zitten, dan wordt het pakket doorgestuurd en worden er evenveel *tokens* uit de *token bucket* gehaald als dat het pakket lang is. Het volgende pakket van de datastroom ondergaat dezelfde procedure. Indien niet alle pakketten kunnen doorgestuurd worden omdat er geen *tokens* meer in de *token bucket* zitten, dan moeten de overblijvende pakketten op een andere manier verwerkt worden. Eén van de mogelijkheden hiervoor is bijvoorbeeld dat de pakketten in een wachtrij worden geplaatst zodat ze kunnen verstuurd worden op het moment dat er weer genoeg *tokens* zijn in de *token bucket*. Een andere mogelijkheid is dat men de pakketten simpelweg laat vallen waardoor er informatieverlies optreedt.

Als er verschillende *token buckets* zijn voor verschillende services of voor verschillende applicaties, dan kan de ISP deze op een verschillende manier behandelen. Deze behandeling wordt dan bepaald door de parameters b en r van het algoritme. Meer specifiek wordt de snelheid van de datastroom

beperkt door de aanvulsnelheid r en de burstgrootte wordt bepaald door de diepte b van de *token bucket*. De burstgrootte wordt gedefinieerd als het aantal pakketten dat samen wordt verzonden als deel van een datastroom. De maximale burstgrootte die wordt toegelaten hangt dus af van zowel diepte b , als de grootte van de pakketten die in een burst worden verstuurd. Het is makkelijk in te zien hoe een ISP van deze technologie kan gebruik maken om een internet met twee snelheden te voorzien. De ISP kan de CP's die een VDV (Voorkeursdistributievergoeding) betalen een *token bucket* met betere parameters geven dan de CP's die niet betalen. De betalende CP's krijgen dus snellere verbindingen toegewezen, terwijl de niet-betalende CP's een beperking krijgen op de snelheid van hun datastroom. Verder kan de ISP ook datastromen blokkeren door bv. de diepte van een *token bucket* op 0 te plaatsen. Het *token bucket* algoritme zal in dit geval alle pakketten laten vallen omdat er nooit genoeg *tokens* in de *token bucket* zitten om een pakket door te laten.

3.2.2 Waarom Deep Packet Inspection

Men kan zich de vraag stellen waarom DPI gebruikt wordt voor netwerkmanagement en het herkennen van datastromen in plaats van andere technieken aan te wenden die QOS aanbieden. Deze technieken kunnen ook datastromen herkennen en bevoordelen ten opzichte van anderen.

Twee zulke technieken zijn DiffServ (Differentiated Services) en IntServ (Integrated Services). In (Pickavet & Develde, n.d.) worden beide besproken. DiffServ laat een netwerkbeheerder toe om aan specifieke services een label toe te kennen dat herkend kan worden door apparatuur die DiffServ ondersteunt. De TOS (Type Of Service) byte in de *IP-header* (Internet Protocol) wordt gebruikt als label en hiervan worden er 6 bits gebruikt. Dit betekent dat er slechts 64 verschillende services kunnen onderscheiden worden. Dit is voldoende indien er QOS moet zijn voor algemene soorten services zoals VOIP (Voice Over IP) en het delen van bestanden via P2P (Peer-To-Peer), maar niet als men elke applicatie apart wil bekijken. IntServ gebruikt de IP-adressen en poorten van de verzender en ontvanger om een datastroom te onderscheiden. Voor ons probleem biedt dit echter geen algemene oplossing want er moet onderscheid kunnen gemaakt worden op basis van service. Alhoewel de video's van een VOD-service van slechts één IP-adres zullen komen, kan daarbij de service niet onderscheiden worden wanneer de OTT-applicatie niet rechtstreeks verbonden is met de ISP. Dit verklaart waarom de VOD-service hier niet mee kan worden beheerd.

Content delivery-netwerken vormen hier een probleem. Dit zijn organisaties die servers aanbieden aan content providers zodat ze dichterbij de klanten zitten en dus betere kwaliteit kunnen garanderen, want zij ondervinden minder vertraging (Van Bruwaene, 2011). Die *content delivery*-netwerken hebben op die manier veel klanten en dus ook heel wat verkeer die ze aan het netwerk van de ISP overdragen, waardoor ze een gunstiger tarief krijgen (zie transitkost 3.4.1). Als een OTT-applicatie een *content delivery*-netwerk gebruikt, is het niet enkel de data van deze applicatie die uit het *content delivery*-netwerk verzonden wordt, met als gevolg dat het niet mogelijk is een verschil op te merken tussen applicaties.

3.2.3 Deep Packet Inspection

Om het *token bucket* algoritme te kunnen toepassen op verschillende applicaties, moeten deze applicaties eerst geïdentificeerd worden. Deze identificatie wordt uitgevoerd door DPI van de

datastroom, een uitbreiding van SPI (Shallow Packet Inspection). SPI inspecteert enkel de inhoud van de *headers* tot op de netwerklaag van het OSI-model (Open Systems Interconnection) terwijl DPI verder gaat tot aan de *headers* van de applicatielaag en zelfs de informatie in het pakket kan lezen en inspecteren.

Het OSI-model (Open Systems Interconnection) probeert een algemeen communicatiesysteem te beschrijven in abstracte lagen, waarbij elke laag een functioneel doel heeft. De vijf belangrijkste lagen zijn de fysieke laag, de datalinklaag, de netwerklaag, de transportlaag en de applicatielaag. Als een gebruiker informatie wenst te verzenden over het netwerk, dan wordt de informatie in een bepaalde volgorde verwerkt vooraleer verzonden te worden (Parsons, 2008). Eerst wordt de informatie van de applicatie ingekapseld door het protocol van de applicatie, dit gebeurt met andere woorden in de applicatielaag. Inkapseling bestaat uit het toevoegen van protocolspecifieke informatie aan het begin (*header*) van een datapakket, maar soms ook aan het einde (*tail*). Vervolgens wordt dit pakket door het transportprotocol opnieuw ingekapseld met een *header* die informatie bevat omtrent o.a. de connectie tussen twee eindsystemen, foutcorrectie, poortgebruik, segmentatie en congestie. Daarna komt de netwerklaag aan de beurt die opnieuw het pakket dat het ontvangen heeft van de transportlaag inkapselt met een *header*. In de meeste gevallen is dit een IP-header. De netwerklaag voegt informatie toe over het netwerk waarover de data wordt verzonden en bevat het IP-adres van zowel de zender, als de ontvanger van een datastroom. Routers in het netwerk gebruiken dan deze informatie om te bepalen waar een datastroom naartoe gezonden wordt. Na de netwerklaag wordt nog een *header* toegevoegd van de datalinklaag die zorgt voor communicatie tussen twee netwerkknopen (servers, eindsystemen) die rechtstreeks in verbinding staan met elkaar. De fysieke laag staat enkel in voor het verzenden van de pakketten over de communicatielijnen tussen twee netwerkknopen en voegt niets toe aan het pakket zelf.

SPI bekijkt enkel de datalink- en netwerklaag en wordt door de ISP's gebruikt in hun routers om datastromen van de zender naar de ontvanger te kunnen leiden en om de status van het netwerk of netwerkknopen te inspecteren. DPI inspecteert ook de transport- en applicatielaag. Uit de informatie van de *headers* van deze lagen kan de DPI-apparatuur bepalen welke applicatie deze datastroom produceert. Aangezien datastromen kunnen beveiligd zijn, rust DPI-apparatuur ook op een andere methode om applicaties te herkennen. Datastromen van een applicatie hebben vaak herkenbare en terugkerende patronen. DPI-apparatuur maakt hiervan gebruik om applicaties te herkennen door zelf deze patronen op te slaan en de binnenkomende datastromen te vergelijken met deze patronen. Het woord *deep* in DPI heeft dus twee betekenissen. De eerste is het dieper analyseren van de pakketten en de tweede betekenis is het opslaan en herkennen van series pakketten als patronen.

3.2.4 String-matching implementaties

De datastromen doorheen een server van een ISP kunnen gegevenssnelheden behalen van meerdere GB/s. Het dieper inspecteren, opslaan en vergelijken van pakketten dient dus snel te gebeuren. Patronen worden herkend door middel van string-matching of reguliere expressies. Er bestaan hardware- en software-implementaties voor string-matching en reguliere expressies. Ze hebben elk hun voor- en nadelen. Uitleg over deze oplossingen, samen met hun voor- en nadelen, wordt in (Yu, 2006) gegeven:

Een eerste implementatie bestaat uit het gebruik van TCAM (Ternary Content-Addressable Memory). CAM (Content-Addressable Memory) is een geheugen dat zo ontworpen is dat het elk bit van de ingaande string kan vergelijken met het overeenkomstige bit in elk patroon in het geheugen. De volledige zoekoperatie gebeurt in parallel, wat zeer tijdsefficiënt is. De TCAM onderscheidt zich van de CAM omdat het naast de bits '1' en '0' ook '?' herkent als een joker. Het vraagteken mag dan zowel een '1' als een '0' voorstellen. De TCAM kan zo reguliere expressies beschrijven. Voordelen van deze oplossing zijn volgens de auteur een hoge graad van parallelisme, een efficiënte ondersteuning van IP-adressen en snelle en deterministische opzoektijden. De TCAM geeft echter alleen de index van de eerste overeenkomst in het geheugen weer bij een zoekoperatie. De TCAM is ook duurder in zowel constructiekost als energieverbruik. Ook flexibiliteit vormt een probleem, want de TCAM kan geen bereik aanduiden. Er moeten dan meerdere input strings gedefinieerd worden en elke string moet apart vergeleken worden met het geheugen.

Een alternatieve oplossing volgens (Yu, 2006) zijn de FPGA (Field Programmable Gate Arrays). Dit zijn hardwarecomponenten die door ingenieurs zelf kunnen worden geprogrammeerd om complexe functies uit te voeren. Deze zijn dus zeer flexibel en kunnen ook een hoge graad aan parallelisme bereiken omdat al de componenten onafhankelijk van elkaar kunnen werken. De FPGA's zijn ook zeer efficiënt omdat de componenten optimaal kunnen geconfigureerd worden voor de gewenste taken. In vergelijking met de TCAM zijn FPGA's flexibeler om aan te passen en kunnen ze complexere taken uitvoeren. Voor het simpelweg vergelijken van strings is TCAM nog steeds beter omdat TCAM speciaal ontworpen is om zeer snel parallelle vergelijkingen te maken.

De derde optie volgens de auteur is het gebruik van multi-core processors. Deze zijn nog flexibeler dan FPGA's omdat de uit te voeren functies nu in hogere programmeertalen kunnen geschreven worden. Deze hogere programmeertalen zijn eenvoudiger om functies mee te definiëren dan de programmeertaal die nodig is om FPGA-functies te implementeren. Het grootste probleem met deze oplossing is dat het aantal cores beperkt blijft en dat de graad van parallelisme beperkt wordt door het aantal cores. Om efficiënt te werken moeten de patronen eerst op een optimale manier verdeeld worden onder de verschillende cores. Verder is het snelle lokaal geheugen van een processor eerder beperkt en moeten er bijgevolg langzame geheugenoperaties uitgevoerd worden om patronen uit het geheugen te halen.

De zoekmechanismen in de hardware worden allemaal geprogrammeerd als *deterministic finite automata* of *nondeterministic finite automata* (Clark & Schimmel, 2004). Dit zijn machines die van de ene toestand in de andere overgaan op basis van de input. Als een eindtoestand kan bereikt worden, dan wordt de string geaccepteerd en is er een match met een patroon gevonden. Het verschil tussen deterministisch en niet-deterministisch is dat bij deterministische machines de volgende toestand uniek bepaald is, terwijl bij niet-deterministische machines er sprake kan zijn van verschillende toestanden. Dit heeft als gevolg dat de deterministische implementaties meer toestanden moeten bijhouden en dus meer geheugen gebruiken. De niet-deterministische hebben daarentegen meer logische verbindingen nodig.

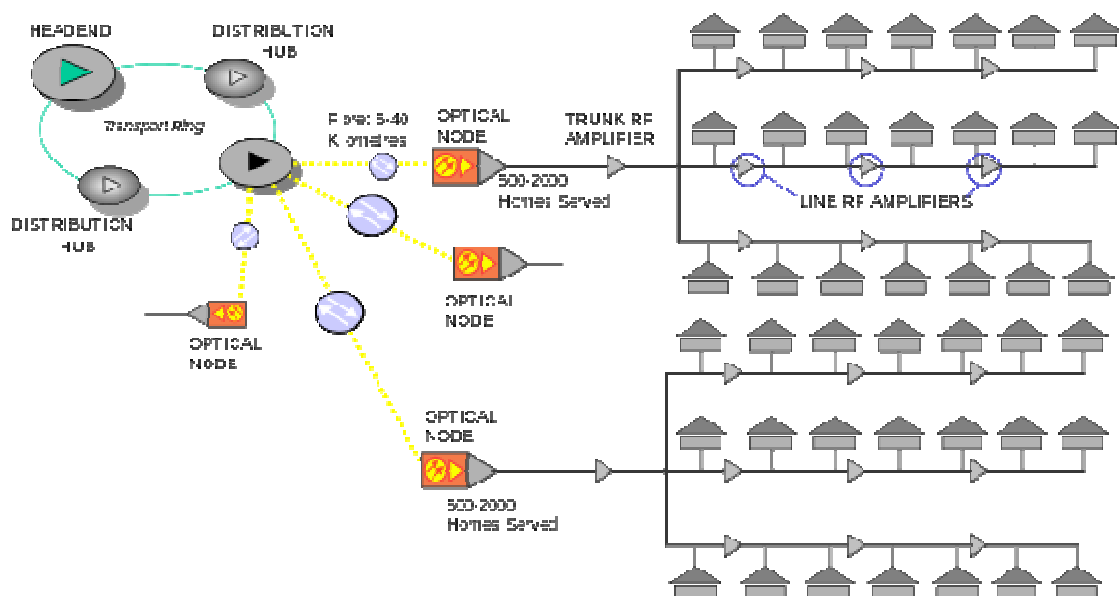
3.2.5 Netwerkuitbreiding

In deel 2.5 wordt de netwerkuitbreiding van Telenet aangehaald. Deze netwerkuitbreiding baseert zich op het uitbreiden van het transportnetwerk. Het netwerk van Telenet ziet er als volgt uit:



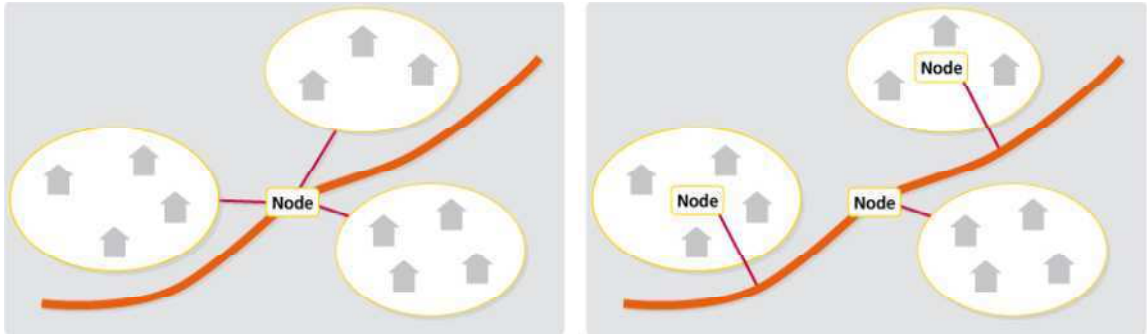
Figuur 3 (Telenet, 2008) Structuur van het HFC-netwerk van Telenet

In dat netwerk zijn er grote transportlijnen die de video's van de VOD-service naar de *head ends* brengen. Vanuit deze *head ends* vertrekken opnieuw transportlijnen die de data aan optische nodes leveren die een aantal huishoudens met dataverbindingen voorzien:



Figuur 4 (Wikipedia, 2014d) voorstelling van een HFC-netwerk vanaf de *head end*

Het zijn deze optische nodes die Telenet wil opsplitsen in hun Pulsar-project zodat er minder huishoudens per node aangesloten zijn (Telenet, 2008). Op die manier kan er meer bandbreedte verbruikt worden per huishouden.



Figuur 5 (Telenet, 2008) Pulsar-project node splitting

Volgens (Limaye, Glapa, El-sayed, & Gagen, 2008) kan het opsplitsen op twee manieren gebeuren: het logisch splitsen van de nodes en het fysiek splitsen van de nodes. Bij het eerste moet er enkel een laser bijgeplaatst worden zodat er een signaal bijkomt voor de nieuwe service area. In dat geval is er al *dark fiber* (ongebruikte fiberkabels) aanwezig die kan geactiveerd worden. In het tweede geval moet er een extra fiberkabel geplaatst worden tussen de nieuwe node en de *head end*.

De reden waarom voor deze vorm van netwerkuitbreiding gekozen wordt en niet voor het installeren van bv. FTTH (Fiber To The Home), is omdat het verzenden van één film over de huidige koperkabels van het netwerk geen probleem zal vormen. Het knelpunt zal zich bevinden in de transportkabels die meerdere verschillende films moeten vervoeren. Als er minder huishoudens bediend worden door één node, zal er meer bandbreedte beschikbaar zijn op de verbinding en wordt het knelpunt verwijderd.

3.3 Economie en speltheorie

3.3.1 Speltheorie en Netto Actuele Waarde

Op de verschillende scenario's en strategieën wordt speltheorie toegepast. Dit houdt in dat er een spel gespeeld wordt tussen de spelers en dat de best mogelijke uitkomst gekozen wordt als uitkomst van het spel. Deze optimale uitkomst hangt af van de functie die voor beide spelers moet gemaximaliseerd (of geminimaliseerd) worden. Dit onderzoek focust zich op de impact van NN op de winstgevendheid en de marktaandelen, daarom wordt hier de functie gekozen als de NAW (Netto Actuele Waarde) of het aantal klanten na 10 jaar. De NAW wordt gedefinieerd in (Van Ooteghem J., Verbrugge S., Casier K., Colle D., n.d.) als de huidige waarde van alle geldstromen tijdens de duur van het project, verdisconteerd met de minimaal verwachte interestvoet. De interestvoet beschrijft hoeveel winst men terugverwacht t.o.v. oorspronkelijke investering en wordt hoger naarmate de investering meer risico inhoudt. De formule ziet er als volgt uit:

$$NAW = \sum_t \frac{TW}{(1+r)^t} \quad (1)$$

TW staat voor de toekomstige inkomsten in het jaar t met r als interestvoet. Naast de NAW wordt ook het aantal klanten bekeken na 10 jaar omdat dit een interessantere maatstaf is voor de regulator dan de winst van de ISP en OTT. Uit het aantal klanten kan de regulator afleiden wat de invloed is van de scenario's en strategieën op het marktpotentieel en de competitiviteit.

Een spel kan worden voorgesteld door een spelmatrix (Figuur 6) waarbij elke dimensie een speler voorstelt en elke kolom van deze dimensie een aparte strategie voorstelt. De inhoud van de cel $(i,j,...)$ van de spelmatrix bevat dan de NAW's van alle spelers voor hun gekozen strategie $(i,j,...)$. De spelmatrix voor twee verschillende prijsklassen van één ISP en één OTT ziet er als volgt uit:

	ISP	Strategie i		Strategie j	
		Prijs1	Prijs2	Prijs1	Prijs2
OTT					
Prijs1		(NAW ISP,NAW OTT)	(NAW ISP,NAW OTT)	(NAW ISP,NAW OTT)	(NAW ISP,NAW OTT)
Prijs2		(NAW ISP,NAW OTT)	(NAW ISP,NAW OTT)	(NAW ISP,NAW OTT)	(NAW ISP,NAW OTT)

Figuur 6 Spelmatrix voor 2 spelers

De optimale uitkomst wordt gegeven door het Nash-evenwicht of het Pareto-optimum. Een Nash-evenwicht wordt gedefinieerd in (Felegyhazi & Hubaux, 2006) als de uitkomst waarbij voor alle spelers geldt dat geen enkele speler zijn voordeel kan vergroten door alleen de eigen strategie aan te passen in de huidige strategieset. Een strategieset wordt Pareto-efficiënt genoemd als voor geen enkele speler hun strategie in de strategieset kan veranderd worden zodat het voordeel van die speler vergroot wordt en dat van de andere niet daalt. Het Pareto-optimum wordt bepaald door de optimale uitkomst te nemen van alle Pareto-efficiënte strategiesets.

De reden waarom ook de Pareto-evenwichten bekeken worden, is omdat het Nash-evenwicht soms een suboptimale oplossing aangeeft. Een gekend voorbeeld van deze situatie is het *prisoners dilemma*. Dit dilemma ziet er als volgt uit:

Speler 1 / Speler 2	A	B
A	(1,1)	(0,10)
B	(10,0)	(5,5)

Twee gevangenen krijgen hierin de keuze om de ander niet te verraden (optie A) of de ander wel te verraden (optie B). Het aantal jaar dat een speler in de gevangenis belandt wordt weergegeven in de uitkomst als volgt: (speler 1, speler 2). Het Nash-evenwicht zal zich in strategieset BB bevinden want als speler 1 of 2 zijn keuze aanpast dan verlengt hij zijn straf met 5 jaar, terwijl de ander vrijuit gaat. Vanuit strategieset AA is het wel lonend om de strategieset te veranderen omdat de straf dan zakt van 1 naar 0, maar als beide spelers dit doen (want dit is voor hen persoonlijk optimaal), dan komen ze opnieuw in strategieset BB terecht.

De Pareto-evenwichten duiden echter alle strategiesets aan waarin geen enkele speler zijn eigen winst groter kan maken zonder de andere zijn winst kleiner te maken. Strategieset AA zal dus aangegeven worden als Pareto-evenwicht.

Doel van het spel:

- ISP: de ISP zal proberen om enerzijds zoveel mogelijk winst te maken en anderzijds zoveel mogelijk klanten te behouden. Indien de NAW als winstfunctie van het spel gebruikt wordt zal de ISP zijn winst optimaliseren. Als het aantal klanten als winstfunctie gebruikt wordt

zal de ISP zijn prijs veranderen om zoveel mogelijk klanten te behouden. Het scenario waarin de ISP zich bevindt, zal mee bepalen hoe de ISP zijn beoogd doel moet aanpakken.

- OTT: de OTT moet enerzijds winst maken en anderzijds klanten winnen om winstgevend te zijn. Er zal een afweging gemaakt worden tussen de hoge en lage prijzen om beide te maximaliseren.
- De regulator: de opdracht van de regulator is om de consument en competitiviteit te beschermen. Het doel van de regulator houdt in dat de totale klantenbasis zo weinig mogelijk daalt, de congestie kan bestreden worden en de OTT niet onredelijk benadeeld wordt door het scenario van de ISP.

3.3.2 Prijselasticiteit en marktpotentieel

In het spel dat gespeeld wordt, worden de klanten over de spelers verdeeld volgens een marktmodel. Dit marktmodel werd ontworpen in een doctoraat dat speltheorie gebruikte om de competitieve interacties in telecommunicatienetwerken te analyseren (Tahon, 2013). Het marktmodel bepaalt op basis van een prijs wat precies het marktpotentieel is en hoe dat verdeeld wordt. Het marktpotentieel is een toekomstvisie van het totaal aantal klanten dat verdeeld kan worden onder de spelers. In dit onderzoek bestaat de markt uit het totaal aantal huishoudens met een internetconnectie. Het marktpotentieel wordt dan bepaald door de gemiddelde prijs van de VOD-service en het aantal huishoudens dat een VOD-service kan aanvragen. Het af- of toenemen van het marktpotentieel hangt niet enkel af van enkele bedrijven en hun prijs, maar ook van de algemene inburgering van het product. Zo kan het aantal huishoudens met internetaansluitingen stijgen omdat men meer en meer verwacht dat iedereen over internet beschikt of omdat het algemene inkomen stijgt en dus meer mensen zich een internetaansluiting kunnen permitteren.

De klanten worden verdeeld op basis van de gemiddelde prijs. De verhouding van het af- of toenemen van de vraag naar een product tot het stijgen of dalen van de prijs heet de prijselasticiteit. De eigen prijselasticiteit is dan het veranderen van de vraag naar het eigen product naarmate de prijs ervan stijgt of daalt. Voor dit onderzoek zal de eigen prijselasticiteit negatief zijn aangezien de vraag naar video's zal dalen als de prijs toeneemt. De kruiselingse prijselasticiteit is de prijselasticiteit tussen twee verschillende producten waarbij de vraag naar het ene product zich aanpast naarmate de prijs van het ander product verandert. Deze zal hier positief zijn omdat de verschillende services substitutiegoederen zijn. Het stijgen van de prijs van de ene service zal de vraag naar de andere service doen stijgen.

De waarden voor deze parameters van het marktmodel worden in deel 4.4 bekeken.

3.3.3 Het marktmodel

Het marktmodel (Tahon, 2013) maakt gebruik van de prijselasticiteit en het marktpotentieel om het aantal klanten te verdelen onder de spelers. In eerste instantie zal via de eigen prijselasticiteit berekend worden wat de invloed van de huidige prijzen is op het totale marktpotentieel. Als de prijzen gemiddeld stijgen dan zal het marktpotentieel dalen. Dit betekent dat de klanten de service niet meer zullen gebruiken en dat het aantal klanten dat te verdelen valt onder de spelers daalt. Ook het omgekeerde fenomeen kan zich voordoen: als de gemiddelde prijs daalt, dan zullen meer

mensen zich de service kunnen veroorloven en zullen er klanten bijkomen die over de spelers moeten verdeeld worden.

Als er een service provider met een product op de markt komt dat goedkoper is dan het bestaande aanbod, dan zal het nieuwe product klanten aantrekken uit de markt. Toch zal een aantal klanten bij hun huidige service provider blijven. Enkele redenen hiervoor zijn o.a. contractgebondenheid, klantenloyaliteit en de aarzeling van de klant bij de overstap naar een andere service. De andere klanten kunnen en willen kiezen tussen de verschillende service providers. Deze klanten worden aangeduid als het klantenverlies of de meer algemeen gebruikte Engelse term *churn*. Het klantenverlies van alle service providers zijn de klanten die opnieuw kunnen verdeeld worden onder de spelers. Het aantal klanten dat verloren of gewonnen wordt door het effect van de eigen prijselasticiteit wordt vervolgens afgetrokken van of opgeteld bij dit klantenverlies om tot het totale aantal klanten te komen dat verdeeld moet worden.

De verdeling van het totaal aantal klanten wordt bepaald aan de hand van de gemiddelde prijs en de kruiselingse prijselasticiteit. De prijs van een service provider wordt afgetrokken van de gemiddelde prijs van alle andere service providers, daarna wordt de invloed van dit prijsverschil bepaald door het te vermenigvuldigen met de kruiselingse prijselasticiteit. Dit zal dan procentueel bepalen hoeveel klanten zullen overstappen naar deze service. Als de prijs van de service hoger ligt dan het gemiddelde, zal de service meer klanten verliezen dan dat hij er kan bijwinnen. Als het prijsverschil positief is, zullen er in totaal meer klanten bijkomen dan vertrekken.

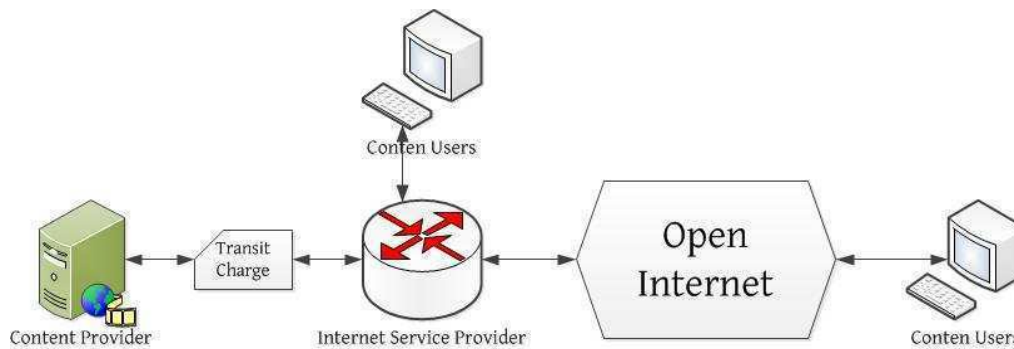
Nu volgen enkele belangrijke opmerkingen bij het marktmodel (Tahon, 2013) die onthouden moeten worden wanneer de scenario's en hun resultaten besproken worden:

- Aanpassingen aan het marktpotentieel gebeuren via de gemiddelde prijs. Bij intrede van een nieuwe speler op de markt met een goedkoper aanbod zal de initiële klantenbasis stijgen omdat de gemiddelde prijs zakt. Hoe groot deze stijging is, hangt af van de prijzen en van de eigen prijselasticiteit.
- De grootte van de eigen prijselasticiteit zal bepalen hoe snel de klantenbasis stijgt of daalt wanneer de gemiddelde prijs zakt of stijgt.
- De grootte van de kruiselingse prijselasticiteit zal bepalen hoe snel de klanten tussen de services zullen overstappen als het prijsverschil wijzigt. Hoeveel klanten er kunnen wisselen hangt af van de *churn*.

3.4 Formules

3.4.1 Transitkost

Bij het marktmodel (3.3.3) werd gesteld dat de service met de lagere prijs klanten zal winnen. Het verlies aan inkomsten door dit verlies aan klanten wordt al deels gecompenseerd door de ISP via de transitkost. De transitkost is de prijs die een OTT-speler betaalt om zijn data op het netwerk van de ISP te mogen sturen.



Figuur 7 Transitkost in het netwerk

Deze transitkost is echter afhankelijk van de bandbreedte die verbruikt wordt door de OTT. Het verband is echter negatief: hoe meer de OTT verbruikt, hoe minder de OTT moet betalen per verbruikte eenheid.

De transitkost wordt in dit onderzoek berekend aan de hand van de prijzen van de BNIX (Belgian National Internet eXchange). Een internet exchange is een instelling die over een fysiek netwerk beschikt met de bedoeling om de netwerken van service providers met elkaar te verbinden. De ISP's betalen dan aan de internet exchange een transitkost voor het overbrengen van hun data op het andere netwerk. Wegens de gelijkenis tussen deze dataverbinding en de data die een OTT over het netwerk van een ISP moet verzenden, worden de kosten van de internet exchange gebruikt als raming voor de kosten die een OTT betaald aan een ISP.

Ook de internet exchanges gebruiken een kostenstructuur die afhankelijk is van de hoeveelheid verzonden data. Voor BNIX is dit (Belgian National Internet eXchange, 2014):

- 100 Mbps = 1500 euro per jaar
- 1 Gbps = 5000 euro per jaar
- 10 Gbps = 15000 euro per jaar

Hieruit kan met het aantal klanten van de OTT en de nodige bandbreedte voor de VOD-service berekend worden in welke schaal de OTT zich bevindt. Met deze schaal kan dan de transitkost per Mbps berekend worden door de kostprijs per jaar te delen door het aantal Mbps. Deze kostprijs wordt dan vermenigvuldigd met de totale bandbreedte die de OTT nodig heeft om zijn klanten te bedienen.

$$\text{Transitkost} = \text{prijs per Mbps} \times K_{OTT,service} \times \text{nodige bandbreedte per klant} \quad (2)$$

Met $K_{OTT,service}$ het aantal klanten van de OTT voor de VOD-service. Deze formule zal bij het modelleren van de inkomsten en uitgaven van de spelers opnieuw aan bod komen (zie 4.3.2.1.1).

3.4.2 Willingness to pay

Zoals vermeld in deel 2.5 wordt er een scenario voorgesteld waarin de klant en de OTT een VDV (Voorkeursdistributievergoeding) kunnen betalen om betere kwaliteit te krijgen. De grootte van deze VDV wordt bepaald aan de hand van de WTP-functie (Willingness To Pay). Deze functie stelt dan voor hoeveel een klant bereid is te betalen voor het gegeven product. In dit geval zal het

product gegarandeerde bandbreedte zijn. In (Yamori, Ito, & Tanaka, 2005) leiden de auteurs een formule af voor de WTP voor gegarandeerde *core* netwerk-bandbreedte. In het onderzoek proberen de auteurs te bepalen wat de optimale prijs is die een ISP kan vragen in ruil voor gegarandeerde bandbreedte over zijn netwerk. In dat onderzoek hebben de auteurs een enquête opgesteld waarin ze polsen hoeveel een klant bereid is te betalen voor de basisservice plus een bepaalde gegarandeerde bandbreedte. Van deze waarden werd het gemiddelde genomen en met deze gemiddelden werd dan de WTP-functie afgeleid via de kleinste kwadratenmethode. De gegarandeerde bandbreedte slaat op een gegarandeerde bandbreedte door heel het netwerk van start- tot eindpunt en niet enkel op de accesslijn waarmee de klant verbonden is met de ISP. De formule luidt als volgt:

$$WTP(z) = 2,51 \times 10^3 \times z^{0,146} \times 12 \times 0,007592 \quad (3)$$

z stelt daarin de bandbreedte in Mbps voor, de voorlaatste factor berekent de WTP voor een jaar en de laatste factor zet Japanse yen om in euro. Deze WTP-functie kan dus gebruikt worden als de voorkeursdistributie in rekening gebracht wordt.

Conclusie

In dit hoofdstuk werd duidelijk hoe de ISP de scenario's (zoals in deel 2.5) mogelijk maakt en waarom er voor DPI-apparatuur gekozen wordt in plaats van andere technologie. Verder werd er dieper ingegaan op enkele belangrijke concepten om zo beter te begrijpen hoe het spel tussen de spelers verloopt en hoe de parameters van het marktmodel de verdeling van de klanten zullen beïnvloeden. Ten laatste werden nog enkele formules geïntroduceerd die toelaten de transitkost en de WTP voor bandbreedte te bepalen. In het volgende hoofdstuk wordt besproken hoe deze achtergrond in de scenario's verwerkt zit.

Hoofdstuk 4

Modellering van de scenario's

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk komt het model aan bod dat gebruikt wordt om de resultaten te berekenen. Eerst wordt het doel van het model toegelicht. Daarin wordt besproken wat er berekend moet worden om een antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag. Daarna wordt de structuur van het model beschreven en in hetzelfde deel wordt uitgelegd hoe alles berekend wordt. De parameters en hun waarden worden in het daarop volgend deel besproken. Als laatste wordt een kort overzicht van de code gegeven. Hierbij wordt een antwoord gegeven op de volgende vragen:

- Wat is het doel van het model?
- Wat wordt er berekend?
- Hoe wordt het berekend?
- Welke waarden worden gebruikt voor de parameters?
- Hoe vertaalt het model zich naar de code?

4.2 Doel van het model

Dit voorspellend model wordt gebruikt om de NAW (Netto Actuele Waarde) en het aantal klanten te berekenen die ons een beeld geven van de impact van een scenario op de ISP (Internet Service Provider) en OTT (Over-The-Top). Daarna wordt speltheorie toegepast op de berekeningen voor verschillende scenario's zodat het Nash-evenwicht en de Pareto-evenwichten gevonden kunnen worden. De evenwichten zullen de strategieën aangeven die verkozen worden indien beide spelers competitieve keuzes maken. Op die manier kunnen dan aanbevelingen gegeven worden aan de regulator in welk opzicht de regelgeving in deel 2.3.1 zou kunnen aangepast worden.

Uit deze doelstelling kunnen vier grote bouwstenen afgeleid worden:

- *De scenario's*: deze zullen een specifieke impact hebben op de berekeningen van de NAW en het aantal klanten.
- *De berekening van de NAW*: de inkomsten en uitgaven per speler berekenen.
- *De berekening van het aantal klanten*: de congestie en prijzen zullen hierop een impact hebben.

- *Het bepalen van de Nash- en Pareto-evenwichten:* deze zullen aangeven welk scenario en welke prijzen verkozen worden door de ISP en OTT.

4.2.1 Scenario's

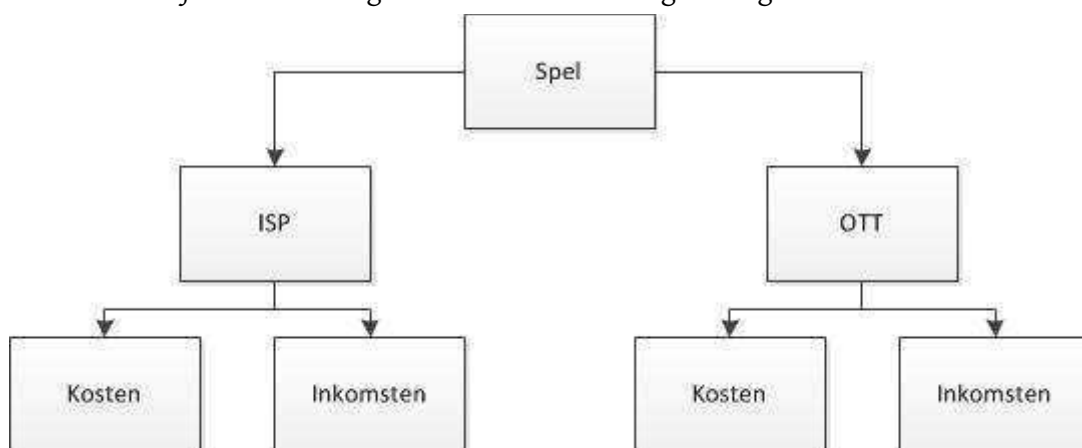
Om de impact van NN (Netneutraliteit) te onderzoeken moeten verschillende scenario's met NN en zonder NN geanalyseerd worden. De keuze van het scenario wordt door de ISP bepaald omdat deze beslist over het al dan niet installeren van DPI (Deep Packet Inspection) of nieuwe apparatuur voor netwerkuitbreiding. De scenario's waaruit de ISP kan kiezen werden al kort voorgesteld in deel 2.5 en worden hier verder uitgediept. De scenario's zijn:

- Basisnetneutraliteit
- Netwerkuitbreiding
- Toeganskost
- Voorkeursdistributie
- Dominante ISP

De regulator kan echter wetgeving invoeren om enkele van deze scenario's te vermijden, waardoor de keuze van het scenario door de ISP beperkt is tot wettelijk toegestane scenario's. In deel 4.3.2.2 wordt verder ingegaan op de verschillen tussen alle scenario's en wat er specifiek extra moet berekend worden voor elk scenario.

4.2.2 Berekening van de netto actuele waarde

Om de winstgevendheid van de ISP en OTT te bestuderen, moeten voor elke speler de inkomsten en uitgaven berekend worden over de onderzochte tijdspanne. De verdisconteerde waarde van de cumulatieve winst wordt de NAW genoemd en zal hier als maatstaf fungeren voor de winstgevendheid van een speler. Voor de ISP en de OTT zullen de inkomsten en uitgaven verschillend zijn. Dit kan voorgesteld worden in de volgende figuur:



Figuur 8 Overzicht berekening netto actuele waarde

Voor de inkomsten van de ISP worden enkel de inkomsten van de VOD-service (Video On Demand) berekend. De internetabbonementen worden apart in rekening gebracht. De reden waarom de internetabbonementen apart bekeken worden is dat de OTT's menen dat de ISP's genoeg verdienen met deze abonnementen om netwerkuitbreiding te financieren. Het berekenen van de cumulatieve

verdisconteerde abonnementsinkomsten na aftrek van de netwerkkosten zullen aantonen of deze stelling van de OTT's waar of vals is voor zowel de niet-uitbreidingsscenario's, als het scenario met netwerkuitbreiding. Het splitsen van de inkomsten en uitgaven voor internet en de VOD-dienst zal de vergelijking van de impact van de scenario's op de ISP en OTT duidelijker maken.

Naast de VOD-inkomsten ontvangt de ISP een transitkost van de OTT omdat deze data over het netwerk van de ISP stuurt (transitkost wordt uitgelegd in 3.4.1).

In elk scenario, behalve het scenario met basisnetneutraliteit, zal de ISP bepaalde uitgaven hebben voor het installeren van nieuwe apparatuur en infrastructuur. Deze worden wel meegerekend in de NAW van de VOD-service omdat deze uitgaven specifiek dienen om de grote overlast van videodata op te vangen. De inkomsten voor de VOD-service zullen deze dan ook moeten bekostigen.

De OTT zal enkel inkomsten genereren via zijn VOD-service. De uitgaven van de OTT zullen altijd de transitkost omvatten. Daarnaast kunnen er nog specifieke uitgaven zijn die gerelateerd zijn aan een scenario zoals de VDV (Voorkeursdistributievergoeding).

Een algemeen overzicht van alle inkomsten en uitgaven per speler wordt gegeven in de volgende tabel:

ISP	
Inkomsten	Uitgaven
Internetabonnementen	Scenariospecifieke netwerkkosten
VOD-service abonnementen	
Transitkost van de OTT	
Scenariospecifieke inkomsten	
OTT	
Inkomsten	Uitgaven
VOD-service abonnementen	Transitkost voor ISP
	Scenariospecifieke uitgaven

Figuur 9 Tabel van de inkomsten en uitgaven per speler.

4.2.3 Berekening van het aantal klanten

Om goede aanbevelingen te maken voor de wetgeving moet de regulator kunnen afleiden dat een bepaald scenario te duur wordt of te veel congestie veroorzaakt voor de klanten of dat de OTT competitief benadeeld wordt omdat deze al zijn klanten verliest. De regulator wil immers competitie garanderen en de klanten beschermen. Daarom wordt er berekend hoeveel klanten er overblijven na de onderzoeksperiode. Het aantal klanten wordt bepaald via een reeds bestaand marktmodel (Tahon, 2013).

De klanten zullen beïnvloed worden door de congestie die ontstaat op het netwerk. De congestie zal elk jaar stijgen omdat de vereisten voor de VOD-service groter zullen worden (bv. betere kwaliteit). Het ongemak dat gepaard gaat met de stijgende congestie wordt gemodelleerd als een fictieve prijsstijging. Deze fictieve prijsstijging wordt de congestiekost genoemd. Klanten zullen reageren op de prijsverandering die veroorzaakt wordt door de congestiekost. Ze zullen enerzijds van VOD-service wisselen als de andere speler een lagere prijs kan aanbieden en anderzijds zullen er klanten

afhaken van VOD omdat de prijzen te hoog worden. Hoe het marktmodel dit precies berekent, wordt vermeld in deel 4.3.2.1.3.

4.2.4 Nash- en Pareto-evenwichten

De Nash- en Pareto-evenwichten zijn de oplossingen van het economisch spel dat door beide spelers gespeeld wordt (meer uitleg in 3.3.1). Deze evenwichten zullen aanduiden welk scenario er verkozen wordt door de ISP en welke prijzen de spelers in dit scenario zullen aannemen.

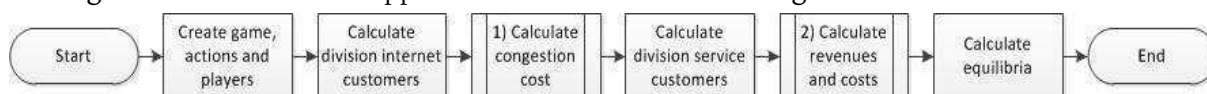
Er wordt voornamelijk gekeken naar het Nash-evenwicht. De Pareto-evenwichten worden gebruikt om te controleren of het Nash-evenwicht geen strategieset aanduidt waarin beide spelers het slechter hebben dan een andere strategieset, maar waarbij het voor beide niet voordelig is om van de huidige strategieset af te wijken door enkel de eigen strategie aan te passen. De vergelijking van de Nash-evenwichten en de Pareto-evenwicht zullen ervoor zorgen dat er geen suboptimale keuzes gemaakt worden.

4.3 Structuur en berekeningen

Nu het doel van het model besproken is, behandelt dit deel het verloop van de berekeningen en hoe die berekeningen uitgevoerd worden. Eerst wordt de algemene *flow* van het model besproken, waarbij enkele delen dieper toegelicht worden. Eens het verloop van het model gekend is, wordt de manier waarop de resultaten bepaald worden verduidelijkt. Deze uiteenzetting wordt daarbij opgedeeld in twee delen: enerzijds de algemene berekeningen die voor elk scenario gelijkaardig zijn en anderzijds per scenario de specifieke aanpassingen die gemaakt worden.

4.3.1 Verloop van het model

Deze figuur toont aan welke stappen het model neemt om aan de gewenste resultaten te komen:



Figuur 10 Verloop van het model

Het verloop van het model bestaat dus uit een zestal grote stukken, die voor een groot deel overeenkomen met de bouwstenen van de doelstelling van het model. Het berekenen van het aantal klanten, de inkomsten en uitgaven voor de NAW en de evenwichten zijn hier ook aanwezig. De scenario's hebben een invloed op de berekening van het aantal klanten, de NAW en de congestiekost. Dit wordt besproken in deel 4.3.2.2. Nu volgt eerst wat extra uitleg rond het algemeen proces:

Aanmaken van het spel, de spelers en de acties:

Het is duidelijk dat de spelers van het spel de ISP en de OTT zijn. Daarnaast worden de strategieën van beide bepaald door de abonnementsprijs die meegegeven wordt voor de VOD-service. Het scenario wordt meegegeven in de naam van de acties. De ISP zal keuze hebben uit de vijf scenario's

en beide spelers zullen tussen twee prijzen kunnen kiezen voor hun VOD-abonnement, namelijk een hoge en een lage prijs.

Voor beide spelers werd een prijs geselecteerd door de prijs van een abonnement van een ISP en een OTT op te zoeken (exacte waarden zie 4.4). Vermits het gevonden verschil in prijs tussen de VOD-service van de ISP en de OTT zo groot is, is het onwaarschijnlijk dat de ISP in een competitieve omgeving zijn prijs nog zal verhogen. Zijn tweede keuze als prijs zal dus lager liggen dan de oorspronkelijk gevonden prijs. Voor de OTT geldt omgekeerd dat deze door zijn lagere prijs zeker klanten zal aantrekken. Daarom wordt als tweede prijs voor de OTT gekozen voor een hogere prijs.

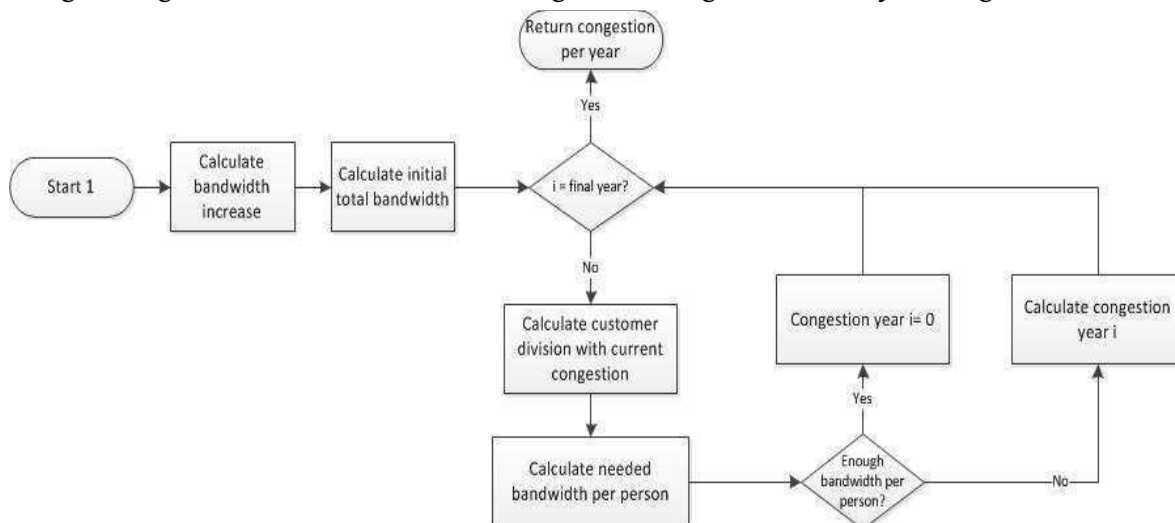
Er werd besloten om als tweede prijs voor beide het gemiddelde te nemen van de gevonden prijzen. Met andere woorden, de lage prijs van de ISP is gelijk aan de hoge prijs van de OTT. Het gelijkstellen van twee van de prijzen (laag ISP en hoog OTT) heeft als voordeel dat de resultaten kunnen geanalyseerd worden zonder invloed van een prijsverschil. Elk verschil dat gevonden wordt, is dan te wijten aan de congestiekost of scenariospecifieke parameters.

Berekenen van de verdeling van de internetklanten:

Indien er meerdere ISP's aanwezig zijn in het spel of indien de prijs van het internetabonnement van een ISP zou veranderen is het noodzakelijk om de verdeling van de internetklanten te berekenen. Aangezien dit onderzoek zich focust op het applicatieniveau worden de prijzen voor de internetabonnementen constant gehouden. De verdeling zal dus gelijk blijven aan het initiële marktaandeel van de ISP. Indien er met veranderende prijzen zou gewerkt worden, is het dit deel dat berekent hoe de klanten reageren op deze verandering. Het berekenen van de verdeling van de internetklanten, alsook de service klanten gebeurt via een bestaand marktmodel (zie 4.3.2.1.3).

Berekenen van de congestiekost:

De volgende figuur toont aan hoe de berekening van de congestiekost in zijn werk gaat:



Figuur 11 Flowchart van de congestieberekening

Het eerste dat opvalt in Figuur 11 is dat er een lus in zit. De congestie moet iteratief berekend worden omdat de verdeling van de klanten het jaar erop afhankelijk is van de congestie van het huidige jaar. Ten tweede zal de nieuwe verdeling van het aantal klanten een invloed hebben op de beschikbare bandbreedte per persoon.

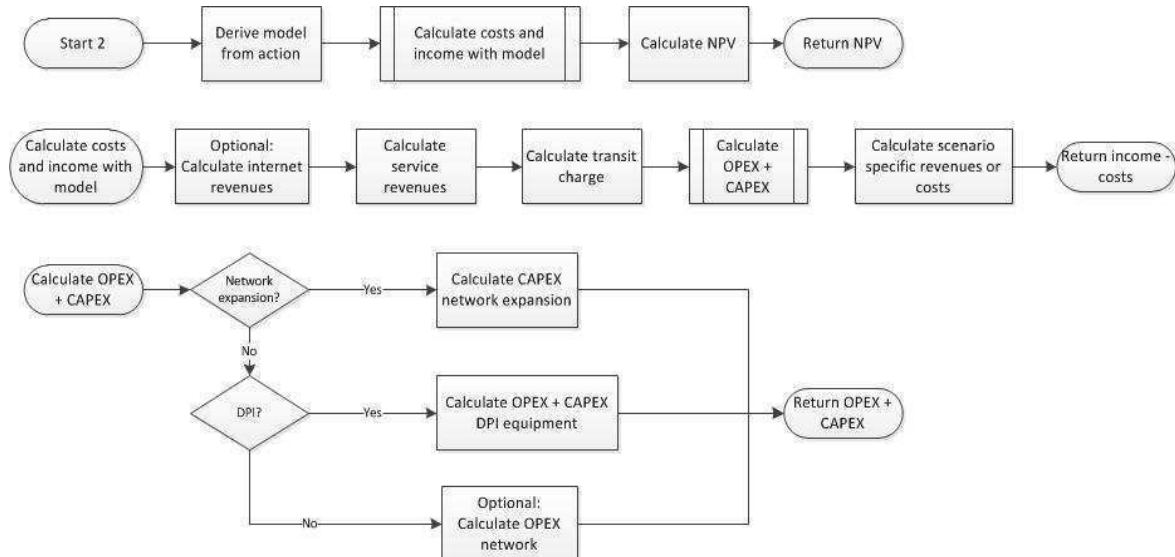
Zoals eerder vermeld zal de congestie stijgen wegens de groeiende bandbreedtevereisten van de VOD-service. De sterkte van de congestie voor elke speler zal dan afhangen van het scenario dat gebruikt wordt (zie deel 4.3.2.2). De congestiekost die gepaard gaat met de congestie wordt berekend in 4.3.2.1.2.

Berekening van de verdeling van de serviceklanten:

De finale verdeling voor de klanten van de VOD-service lijkt op deze voor de internetklanten. Nu worden echter andere parameters gebruikt om de markt te verdelen (zie deel 4.4). Daarnaast veranderen de abonnementsprijzen naargelang de congestiekost die toegevoegd wordt en zijn er eventueel aanpassingen afhankelijk van het scenario. Deze manier van verdelen wordt ook gebruikt in de berekening van de congestie (zie Figuur 11).

Berekening van de inkomsten en uitgaven:

De volgende figuur toont aan hoe de NAW voor een ISP berekend wordt via de inkomsten en uitgaven:



Figuur 12 Flowchart van de netto actuele waarde berekening

De internetinkomsten en de kosten voor het netwerk worden uiteraard enkel meegeteld indien deze daadwerkelijk nodig zijn. Voor de OTT zal dit gelijkaardig zijn, maar zullen de netwerkkosten en de internetabonnementen wegvallen. De manier waarop de inkomsten en uitgaven bepaald worden, wordt verderop besproken in 4.3.2.1.1. In Figuur 12 kan opgemerkt worden dat er scenarioafhankelijke elementen zijn zoals de netwerkkosten en de scenariospecifieke inkomsten en kosten.

Berekening van de evenwichten:

Nash: Voor elke strategieset wordt de waarde die gemaximaliseerd moet worden (NAW of aantal klanten) berekend. Deze waarde wordt dan vergeleken met de waarden voor aangepaste strategiesets waarbij enkel de waarde van één speler verandert. Indien de waarde voor geen enkel speler beter wordt als er van strategie veranderd wordt, dan is dit een Nash-evenwicht en wordt het toegevoegd aan de resultaten.

Pareto: alle strategiesets worden eerst geïdentificeerd. Daarna wordt elke strategieset vergeleken met alle andere strategiesets. Indien de huidige strategieset voor slechts één speler een betere waarde voortbrengt dan de andere strategieset, dan blijft de huidige strategieset Pareto-efficiënt. Indien dit geldt voor alle andere strategiesets, is deze huidige strategie een deel van de Pareto-efficiënte oplossingen. Indien er tijdens de vergelijkingen blijkt dat een andere strategieset betere waarden voortbrengt voor alle spelers dan de huidige strategieset, dan valt de huidige strategieset weg uit de mogelijke oplossingen.

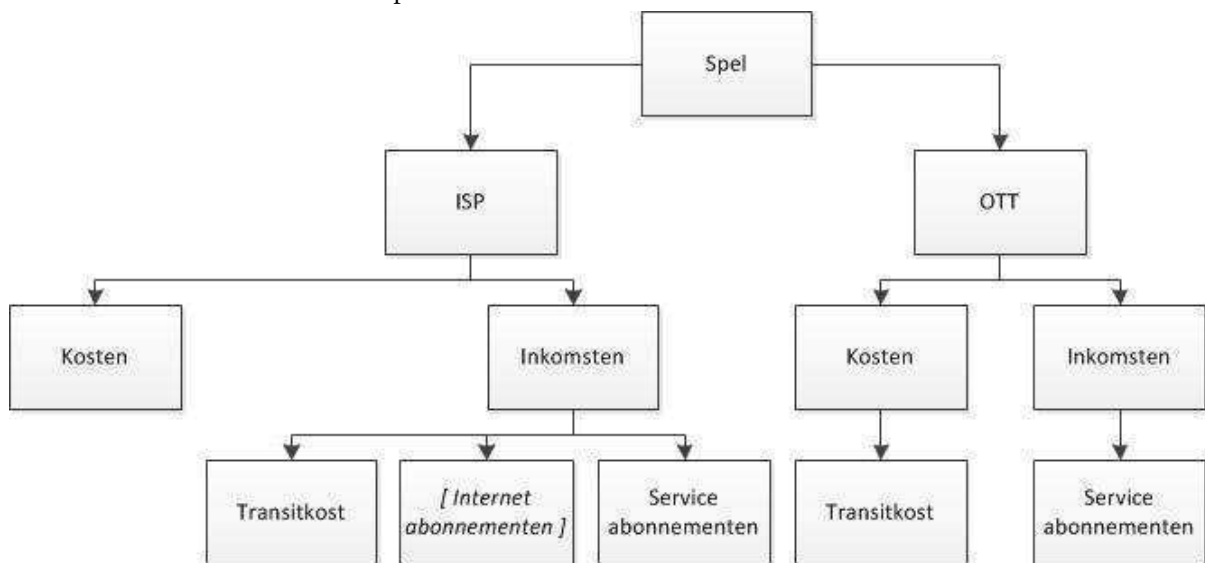
4.3.2 Berekeningen

Het vorige deel ging in op wat er achterhaald moet worden en in welke volgorde dit moet gebeuren. Voor de inkomsten, uitgaven, congestiekost en het aantal klanten moet nu nog specifiek bepaald worden hoe deze berekend worden. Dit wordt opgedeeld in twee delen. Het eerste deel zal de algemene berekeningen beschrijven die in elk scenario voorkomen. Het tweede bespreekt de scenariospecifieke aanpassingen.

4.3.2.1 Algemene berekeningen

4.3.2.1.1 Inkomsten en uitgaven

In de volgende figuur wordt een overzicht weergegeven van welke inkomsten en uitgaven *in elk scenario* voorkomen voor beide spelers.



Figuur 13 Overzicht van de algemene inkomsten en uitgaven

Voor beide spelers worden momenteel de kosten voor het aanbieden van de service (apparatuur, onderhoud, contracten) als gelijk beschouwd en dus niet opgenomen in het kostenmodel omdat zij relatief gezien niets bijdragen tot het resultaat.

Inkomsten en uitgaven van de ISP

Als de inkomsten van de ISP worden voorgesteld door I_{ISP} , dan valt die op te delen in de inkomsten van de internetabbonementen $I_{ISP,int}$, de inkomsten van de service $I_{ISP,service}$ en de inkomsten van de transit $I_{ISP,transit}$.

Inkomsten door internetabbonementen: De inkomsten van de internetabbonementen kunnen als volgt gemodelleerd worden: als $K_{ISP,int}$ het totaal aantal klanten met een internetabonnement bij de ISP voorstelt en $P_{ISP,int}$ de maandelijkse prijs voor een internetabonnement, dan komen de jaarlijkse inkomsten van de ISP door internetabbonementen overeen met:

$$I_{ISP,int} = 12 \times P_{ISP,int} \times K_{ISP,int} \quad (4)$$

Inkomsten van de VOD-service: De service prijs komt overeen met de nieuwe service van de Belgische ISP Telenet (Telenet, 2014b). In deze service wordt, net zoals bij Netflix, een maandelijks bedrag $P_{ISP,abo}$ betaald voor een ruime keuze aan video's en series die op elk moment bekeken kunnen worden. De inkomsten van de VOD-service worden dan:

$$I_{ISP,service} = 12 \times P_{ISP,abo} \times K_{ISP,service} \quad (5)$$

Inkomsten van de transitkost: Voor de inkomsten ontvangen van de OTT door de ISP moet de transitkost berekend worden op jaarbasis. De transitkost T voor het aantal klanten van de OTT $K_{OTT,service}$ wordt bepaald aan de hand van een schalende kost volgens de cijfers van de BNIX (Belgian National Internet eXchange) (zie 3.4.1). De formule voor de transitkost is:

$$\begin{aligned} \text{Transitkost} = & \text{prijs per Mbps} \times K_{OTT,service} \\ & \times \text{nodige bandbreedte per klant} \end{aligned} \quad (6)$$

De prijs per Mbps wordt afgeleid uit de prijzen van het BNIX, het aantal klanten van de OTT per jaar en de nodige bandbreedte per klant in dat jaar. De nodige bandbreedte per klant in een jaar wordt berekend uit de groeiende totale bandbreedte en het aantal klanten in het startjaar van de analyse.

De algemene inkomsten van de ISP zijn dan

$$I_{ISP} = (I_{ISP,int} +) I_{ISP,service} + I_{ISP,transit} \quad (7)$$

Waarbij de internetinkomsten enkel ingerekend worden als er onderzocht wordt of de ISP zijn netwerkkosten kan betalen met enkel deze inkomsten. De uitgaven van de ISP U_{ISP} zullen afhankelijk zijn van het scenario omdat zij enkel de netwerkkosten inhouden.

Inkomsten en uitgaven van de OTT

De OTT haalt zijn inkomsten enkel uit de abonnementen die hij aan zijn klanten kan verkopen. Dan kunnen maandelijks inkomsten eenvoudig gemodelleerd worden door het aantal klanten van de VOD-service $K_{OTT,service}$ te vermenigvuldigen met de prijs van een maandabonnement $P_{OTT,abo}$. Voor de jaarlijkse inkomst wordt dit:

$$I_{OTT} = 12 \times P_{OTT,abo} \times K_{OTT,service} \quad (8)$$

Voor de OTT zijn de uitgaven voor de service $U_{OTT,service}$ beperkt tot de transitkost die ze moeten betalen aan de ISP. Deze transitkost wordt berekend zoals hierboven in de modellering voor de inkomsten van de ISP zoals in vergelijking (6).

4.3.2.1.2 Congestiekost

Om de impact van congestie te modelleren wordt de congestie voorgesteld als een monetaire kost die aangeeft hoeveel hinder de klanten ondervinden van de congestie. Deze kost wordt opgeteld bij

de prijs voor de service en verhoogt op die manier de prijs per klant. De congestiekost wordt met de volgende assumpties gemodelleerd:

1. De totaal gebruikte bandbreedte in het startjaar is 100% van een niet-uitgebreid netwerk. Deze veronderstelling is gebaseerd op de klachten van de ISP dat er in huidige netwerken, tijdens de piekuren, al congestie ontstaat.
2. De nodige bandbreedte per persoon voor de VOD-service in het startjaar is 4,5 Mbps (zie 4.4)
3. De nodige bandbreedte voor VOD-service heeft een jaarlijkse groei van 25% in West-Europa (Cisco, 2012). De nodige bandbreedte per persoon in het model wordt jaarlijks aangepast volgens deze groei. De congestie zal elk jaar groter worden omdat het netwerk al overbelast wordt (assumptie 1) en dus niet meer bandbreedte ter beschikking kan stellen.
4. Netflix' voorwaarden eisen een minimum van 0,5 Mbps per persoon om de service te kunnen gebruiken (Netflix, 2013). Het aanbieden van minder bandbreedte per persoon leidt tot een onbruikbare service waarbij de klant te lang moet wachten op zijn video of een onaanvaardbare kwaliteit op zijn beeldscherm krijgt. Als gevolg verdwijnt de speler uit de markt.
5. Als de aanwezige bandbreedte per persoon groter is dan de nodige bandbreedte per persoon in jaar i dan is zijn congestiekost in dat jaar 0 euro.
6. De congestiekost moet toenemen naarmate er meer congestie is.
7. Een klant kan niet meer hinder ondervinden van congestie dan de prijs van de service waarvoor hij betaalt. De congestiekost aan 0,5 Mbps (assumptie 4) is dus gelijk aan de VOD-prijs. Indien de hinder hoger zou worden, wil dit zeggen dat de service onbruikbaar wordt. In dat geval wordt de congestiekost op oneindig gezet.

De bandbreedte per persoon wordt berekend aan de hand van de totale beschikbare en gebruikte bandbreedte: volgens de gemaakte veronderstellingen is er op het begin dus een totale bandbreedte $B_{tot,0} = 4,5 \text{ Mbps} \times K_{tot,0}$ beschikbaar voor een initieel totaal aantal klanten $K_{tot,0}$ in jaar 0 die video's bekijken met een bitsnelheid van 4,5 Mbps (assumptie 1 en 2). In het jaar i is er dan een totale bandbreedte $B_{tot,i} = 1,25 \times B_{tot,i-1}$ (assumptie 3) nodig voor een aantal klanten $K_{tot,i}$ die bepaald wordt door het marktmodel. De nodige bandbreedte per klant is dan $NBB = \frac{B_{tot,i}}{K_{tot,i}}$, terwijl de aanwezige bandbreedte per persoon gelijk is aan $ABB = \frac{B_{tot,0}}{K_{tot,i}}$.

De NBB wordt gebruikt voor het bepalen van de congestiekostfunctie in jaar i , terwijl de ABB gebruikt wordt voor het bepalen van de congestiekost in jaar i . De congestiekost wordt berekend aan de hand van een exponentiële functie die elk jaar afgeleid wordt uit de twee uiterste gevallen, namelijk geen congestie (assumptie 5) en ondraagbare congestie (assumptie 7). De congestiekostfunctie heeft als input de aanwezige bandbreedte per klant.

Een algemene exponentiële functie wordt voorgesteld door

$$y = a \times b^x \quad (9)$$

Waarbij y de congestiekost voorstelt in functie van de aanwezige bandbreedte per persoon x . b is het grondtal en a de beginwaarde bij x gelijk aan nul (Ebrodesign, 2014). De exponentiële functie moet voldoen aan de voorwaarde dat de congestiekost vlugger moet stijgen naargelang de bandbreedte daalt. Dit wil zeggen dat het grondtal b zich tussen 0 en 1 moet bevinden. Dit kan bekomen worden door twee geschikte punten te nemen waarvan de congestiekosten gekend zijn. Daarbij moet de

congestiekost van het punt met minder bandbreedte hoger liggen dan het punt met meer bandbreedte. De uiterste gevallen (assumpties 5 en 7) bieden twee zulke punten (x,y) aan:

- (assumptie 7) $X = 0,5 \text{ Mbps} \Rightarrow Y = \text{de VOD-prijs}$
- (assumptie5) $X = \text{Nodige bandbreedte per persoon in jaar } i \Rightarrow Y = 0 \text{ euro}$

De kostprijs van de service is gekend en de nodige bandbreedte in jaar i kan berekend worden. Aangezien de aanwezige bandbreedte de input (x) is van de functie en deze input gekend is tijdens de berekeningen, moeten enkel nog het grondtal b en de startwaarde a gevonden worden. Deze worden berekend door het oplossen van een stelsel van twee vergelijkingen die gebaseerd zijn op de twee besproken punten. Er wordt 1 euro gebruikt in plaats van 0 euro in de eerste vergelijking om tijdens het afleiden van a en b het delen door 0 te vermijden.

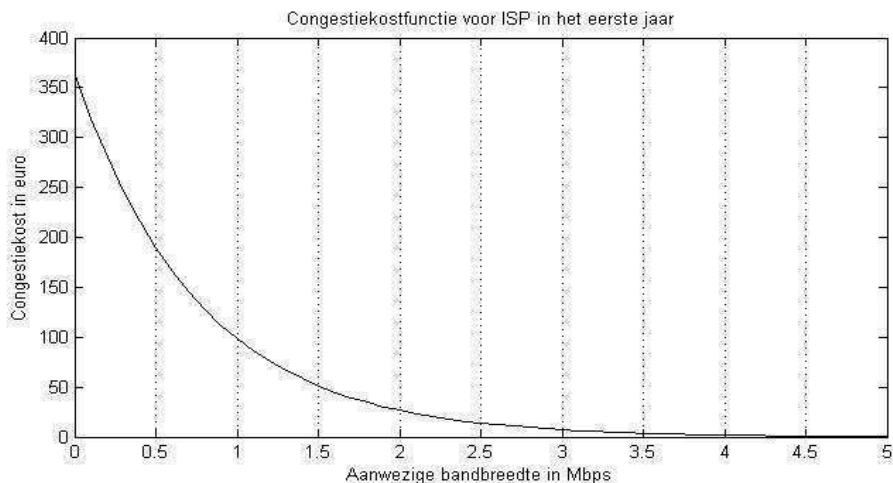
$$1 = a \times b^{(\text{nodige bandbreedte jaar } i)} \quad (10)$$

$$\text{VOD prijs} = a \times b^{0,5} \quad (11)$$

Eens a en b uit dit stelsel afgeleid zijn, kunnen zij gebruikt worden in de formule:

$$\text{Congestiekost} = a \times b^x \quad (12)$$

Met a en b berekend uit het stelsel in jaar i en x gelijk aan de aanwezige bandbreedte per persoon in jaar i . Een voorbeeld van een dergelijke functie voor het eerste jaar van de ISP wordt weergegeven in Figuur 14. De ISP heeft hier volgens de gevonden parameters (zie 4.4) een VOD-prijs van 189 euro en nodige bandbreedte 4,5 Mbps en a en b zijn afgeleid uit het bovenstaand stelsel.



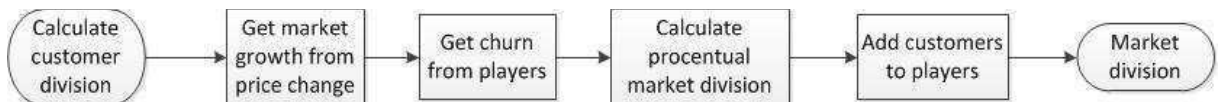
Figuur 14 Congestiekostfunctie voor de ISP met jaar $i=1$, $x=4,5\text{Mbps}$, VOD-prijs=189 euro

Deze functie wordt aangepast zodat deze oneindig teruggeeft als er minder dan 0,5Mbps beschikbaar is (assumptie 7) en 0 zodra er genoeg bandbreedte per persoon is om video's te bekijken zonder congestie (assumptie 5).

4.3.2.1.3 Verdeling van de klanten

Het gebruikte marktmodel (Tahon, 2013) maakt gebruik van de prijselasticiteit en het marktpotentieel om het aantal klanten te verdelen onder de spelers (ISP en OTT). De verdeling van de klanten gebeurt in het algemeen in drie fases. In de eerste fase wordt het totaal aantal klanten

aangepast aan de nieuwe prijzen via de eigen prijselasticiteit van de VOD-markt. Dit geeft aan hoeveel klanten er in totaal verloren gaan of bijkomen. In de volgende fase wordt via de *churn* bepaald hoeveel klanten er willen overstappen naar een andere service provider. Het totaal aantal vrije klanten wordt dan achterhaald door het aantal bijkomende (of verloren) klanten van de totale markt op te tellen bij het aantal klanten dat van service provider wil veranderen. In de laatste stap worden deze vrije klanten verdeeld over de verschillende spelers op basis van de kruiselingse prijselasticiteit.



Figuur 15 Verloop van de marktverdeling

De verdeling van de klanten houdt enkel rekening met het relatief verschil van de abonnementsprijs van een speler ten opzichte van de gemiddelde prijs van de andere VOD-services. Het relatieve verschil wordt dan vermenigvuldigd met de waarde van de kruiselingse prijselasticiteit. Vermits de kruiselingse prijselasticiteit een impact moet weergeven op de distributie en ermee vermenigvuldigd wordt, wordt deze waarde verhoogd met 1. Na normalisatie geeft dit dan het procentueel marktaandeel weer van de speler (waarbij 1 gelijk is aan 100%). Indien de waarde na verhoging onder nul zou liggen, dan wordt dit afgerond op nul. Als gevolg hiervan zal een prijsverhoging (of verlaging) geen effect meer hebben op de verdeling als het verschil tussen abonnementsprijs en de gemiddelde prijs van de andere VOD-services te groot geworden is. Een voorbeeld:

- Twee spelers met prijzen 130 en 50 en kruiselingse prijselasticiteit waarde -1,0.
- Voor de speler met prijs 130 geldt dat de gemiddelde prijs van de andere VOD-services gelijk is aan 50
- Het verschil tussen beide vormt 80, relatief ten opzichte van de gemiddelde prijs 50 wordt dit $80/50=1,6$.
- De vermenigvuldiging met de kruiselingse prijselasticiteit is dan -1,6. 1 hierbij optellen komt op -0,6. Na afronding wordt dit 0.
- Voor de speler met prijs 130 geldt dus dat hij 0% van de vrije klanten toebedeeld krijgt. Indien zijn prijs nog zou stijgen, zou hij nog steeds 0% van de vrije klanten naar zich toe trekken.

Uit dit voorbeeld kan een beperking van het marktmodel afgeleid worden: eens het prijsverschil groot genoeg is gaan alle vrije klanten naar de goedkopere speler. Hoe groot de prijs ook wordt van de dure speler, het aantal klanten dat overstapt is enkel afhankelijk van de constante *churn* op de markt. Dit vormt een probleem omdat de VOD-prijzen vastgelegd worden vanaf het eerste jaar en niet veranderen. Dit heeft voor een speler als gevolg dat de daling in het marktaandeel voor twee prijsstrategieën gelijk is indien beide genoeg verschillen van de gemiddelde prijs van de andere VOD-services. In het voorbeeld zal de marktdaling voor een prijs van 130 gelijk zijn aan de marktdaling voor een prijs van 150 omdat beide toch afgerond worden op 0.

Er wordt echter verwacht dat meer mensen zouden overstappen als het prijsverschil groter is. Om dit probleem deels op te lossen werd er een aanpassing gemaakt aan de prijsfuncties. Het is van belang te onthouden dat de case die besproken wordt, gaat over een OTT die net op de markt komt bij een ISP. Voordat de berekening van de verdeling bepaald wordt met de prijzen van alle spelers,

wordt eerst de marktverandering berekend bij de overgang van de oude prijs van de ISP naar de nieuwe prijzen van zowel de ISP als de OTT. Hierbij zal het totale marktpotentieel dalen (stijgen) als de gemiddelde prijs hoger (lager) wordt. Op die manier zal een hogere prijskeuze altijd resulteren in een lager marktpotentieel en dus minder klanten, zoals verwacht wordt bij hogere prijzen. De klanten zullen echter nog steeds niet sneller van service provider wisselen.

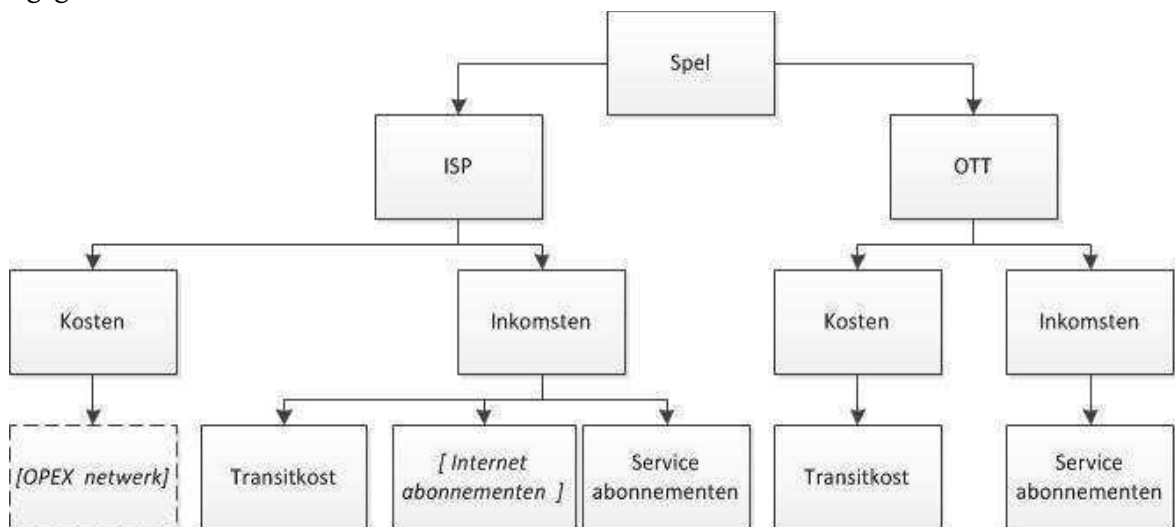
4.3.2.2 Scenariospecifieke aanpassingen

In dit deel worden de verschillen geïdentificeerd per scenario. In elk scenario zullen netwerkkosten voorkomen die mogelijk aanpassingen vergen aan de berekening van de congestie en het aantal klanten. De algemene delen worden hier niet meer vermeld.

4.3.2.2.1 Basis-NN

Beschrijving: In dit scenario is netneutraliteit aanwezig. Dit wil zeggen dat de ISP geen onderscheid kan en mag maken tussen verschillende datastromen en ook niet tussen verschillende spelers. De bandbreedte wordt dus eerlijk verdeeld over alle spelers. Daarnaast behoudt de ISP zijn netwerk zoals het is. Het toenemend bandbreedteverbruik van de VOD-service zorgt dus voor congestie op het netwerk.

Aanpassingen: De aanpassingen voor de inkomsten en uitgaven worden in de volgende figuur weergegeven:



Figuur 16 Overzicht inkomsten en uitgaven bij basisnetneutraliteit

De ISP moet geen extra kosten betalen met zijn VOD-service aangezien er niet geïnvesteerd wordt in DPI of netwerkuitbreiding. De OPEX (Operational Expenditures) van het netwerk wordt gelijkgesteld aan de OPEX van het netwerk van Telenet (zie 4.4 voor meer uitleg). Deze wordt vergeleken met de inkomsten van de internetabonnementen om te bepalen of de ISP zijn netwerk kan bekostigen met enkel deze inkomsten. In dat geval zijn de uitgaven van de ISP gelijk aan:

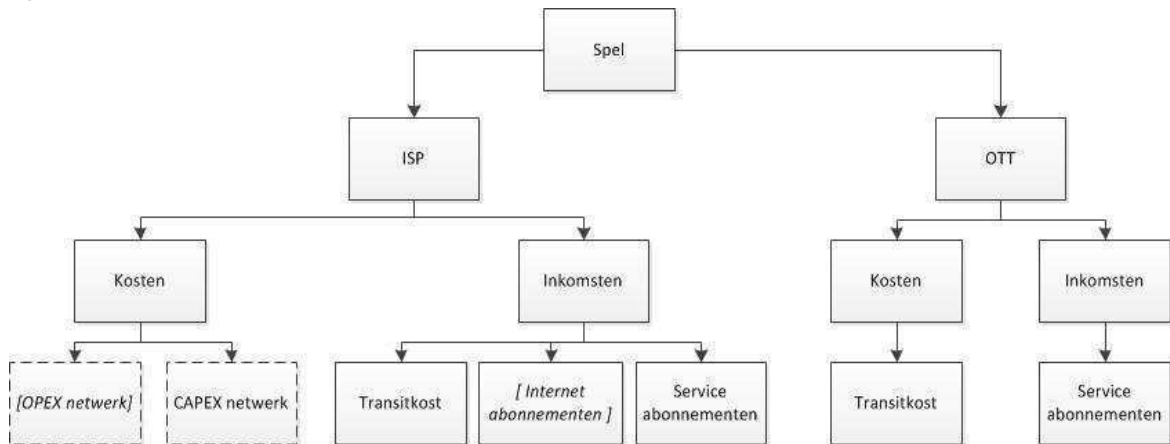
$$U_{ISP} = OPEX_{netwerk} \quad (13)$$

Voor de berekening van het aantal klanten en de congestie dient er niets aangepast worden omdat alles eerlijk verdeeld wordt. Elke klant krijgt evenveel bandbreedte toebedeeld.

4.3.2.2.2 Netwerkuitbreiding

Beschrijving: In dit scenario eist de wetgeving NN en breidt de ISP zijn netwerk uit om congestie tegen te gaan. De ISP zal zijn netwerk uitbreiden door *node splitting* uit te voeren (zie 3.2.5). Elke klant heeft theoretisch gezien oneindig veel bandbreedte.

Aanpassingen: De aanpassingen voor de inkomsten en uitgaven worden in de volgende figuur voorgesteld:



Figuur 17 Overzicht van de inkomsten en uitgaven bij netwerkuitbreiding

De ISP zal de kosten moeten dragen van de uitbreidingskosten met enkel zijn VOD-inkomsten.

De kosten hiervoor worden weergegeven in sectie 4.4. De uitgaven van de ISP komen hier dan neer op:

$$U_{ISP} = CAPEX_{netwerkuitbreiding} \quad (14)$$

In dit scenario wordt ook gekeken of de ISP de netwerkuitbreiding kan bekostigen met zijn internetabonnementen. De netwerkuitbreiding wordt immers niet enkel voor de VOD-service gebruikt. Dan worden de uitgaven:

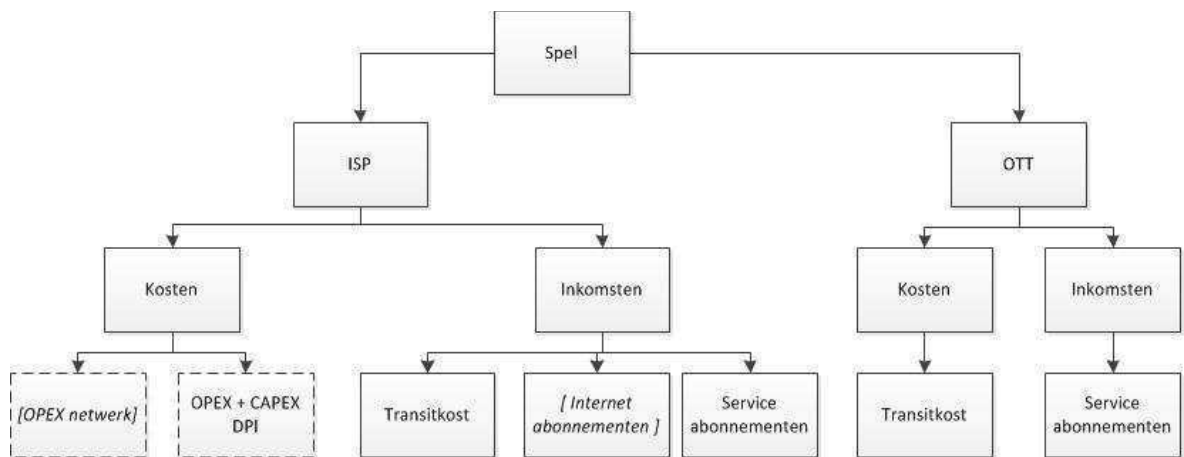
$$U_{ISP} = OPEX_{netwerk} + CAPEX_{netwerkuitbreiding} \quad (15)$$

De berekening van het aantal klanten blijft gelijk, maar de congestiekost wordt elk jaar op nul gezet.

4.3.2.2.3 Dominante ISP

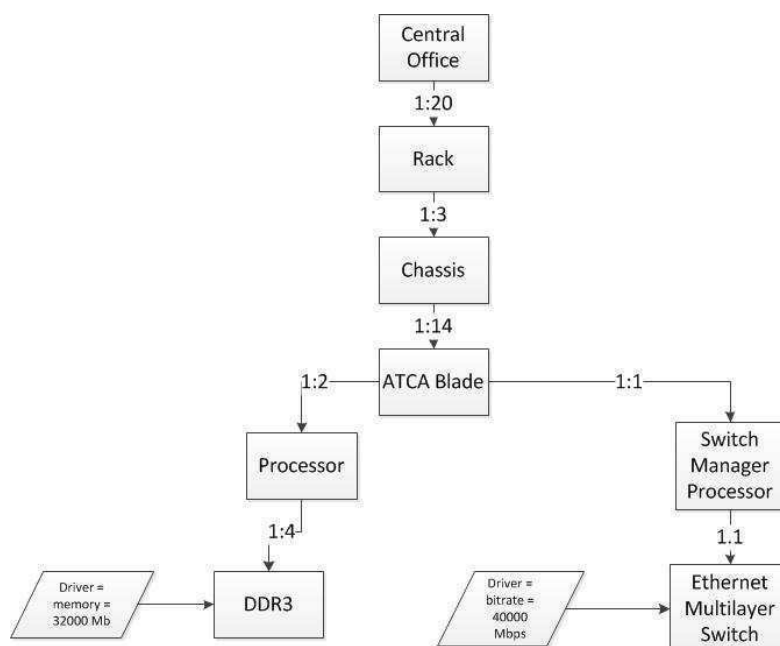
Beschrijving: Dit scenario start vanuit de veronderstelling dat de wetgeving geen netneutraliteit eist. De ISP kan dus datastromen onderscheiden op basis van wie deze gebruikt of verzonden heeft. Hier laat de ISP zijn macht gelden en domineert hij de OTT door de eigen klanten voor te nemen op die van de OTT. Op die manier stijgt de congestie bij de OTT, terwijl de congestie bij de ISP minimaal blijft.

Aanpassingen: De aanpassingen voor de inkomsten en uitgaven worden in de volgende figuur weergegeven:



Figuur 18 Overzicht van de inkomsten en uitgaven bij een dominante ISP

De ISP zal hier de kosten voor het installeren en onderhouden van DPI-apparatuur dragen. De OPEX voor het netwerk werd al beschreven in 4.3.2.2.1. De CAPEX van de DPI is enkel de aankoopprijs van de apparatuur (zie 4.4). Voor het kostenmodel wordt de AT8242 van Kontron gebruikt als voorbeeld voor DPI-apparatuur. De 40G ATCA 64-Core MIPS64 Packet Processor Blade wordt beschreven in de datasheets van (Kontron, 2012). Deze AdvancedTCA Blade bevat enkele belangrijke componenten nl. de processoren, de geheugenkaarten, de switch manager processor en de ethernet switch. Verder dient ook de infrastructuur betaald te worden om de apparatuur in te plaatsen. De AT8242 Blades moeten in een AdvancedTCA (ATCA) chassis komen. Deze moeten dan zelf opnieuw in een rack cabinet komen. Een rack cabinet is 42U of rack units groot. De Blades zijn zelf 1U en zitten in een chassis van 14U (Asis, n.d.). Het aantal ATCA Blades wordt bepaald door de maximale gegevensstroom door de servers van de ISP. Stel die stroom gelijk aan S dan is het aantal benodigde ATCA Blades gelijk aan S/V , met V de verwerkingssnelheid van 40Gbps (Kontron, 2012). De apparatuurboom met aandrijvende parameters ziet er als volgt uit:



Figuur 19 Apparatuurboom met aandrijvende parameters voor DPI-installatie

Voor de OPEX van de DPI-apparatuur worden de onderhoudskosten en het energieverbruik meegerekend. De onderhoudskosten worden geïmplementeerd als deel van de aankoopkosten voor de aparte onderdelen van de ATCA Blade. De kosten worden genomen als 30% van de aankoopkost voor actieve elementen en 10% van de aankoopkost voor de rack cabinets. De redenering in (Casier et al., 2008) is dat om de drie tot vijf jaar de apparatuur vervangen wordt. Voor de totale ATCA Blade wordt dan de kost aangerekend om de ATCA Blade te openen en componenten te vervangen. Deze kost wordt genomen als de kost voor de technicus die het komt repareren. De energiekost van de ATCA Blade wordt gemodelleerd door zijn verbruik te vermenigvuldigen met de prijs voor energie (zie 4.4 voor de exacte waarden).

De uitgaven van de ISP veranderen als volgt:

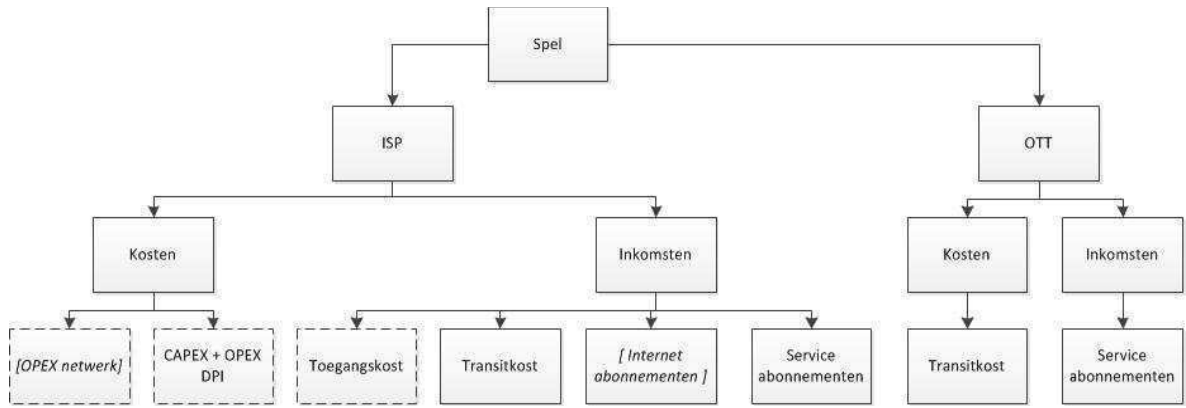
$$U_{ISP} = CAPEX_{DPI} + OPEX_{DPI} \quad (16)$$

Omdat de ISP nu zijn eigen klanten voorrang geeft, verandert er ook wat aan de berekening van het aantal klanten en de berekening van de congestiekost. Voor de congestiekost worden de klanten van de ISP nu eerst bandbreedte toebedeeld tot zij de nodige bandbreedte per persoon in dat jaar bereiken of tot de bandbreedte op is. De klanten van de OTT moeten de rest dan verdelen. Dit kan leiden tot een tekort aan bandbreedte en dus het wegvallen van een speler. Daarom wordt bij de berekening van het aantal klanten ook bijgehouden welke spelers er uit de markt verdwenen zijn. Bij hun uittrede worden de resterende klanten verdeeld over de andere spelers. De congestiekost voor de verdwenen spelers wordt op oneindig geplaatst.

4.3.2.2.4 Toegangskost

Beschrijving: Dit scenario komt overeen met de praktijken die in 2.4.3 besproken zijn rond het bijbetalen voor services, zoals de Skype-toeslag bij KPN (RTLNieuws.nl, 2011). Hierbij vraagt de ISP een vergoeding aan de klant indien zij gebruik willen maken van een andere service dan die van de ISP. Voor de OTT zal er dus zeggezegd een extra kost bij de abonnementsprijs komen. Deze extra kost wordt genomen als een percentage van de abonnementsprijs van de ISP. Als basiswaarde wordt 10% genomen (zie 4.4). De toegangskost zal een negatieve invloed hebben op het aantal klanten van de OTT wanneer de marktverdeling bepaald wordt via het marktmodel. De OTT zal een fictief hogere prijs hebben in het marktmodel waardoor de gemiddelde prijs stijgt (uit het standpunt van een klant stijgt de prijs van de OTT). Ook hier wordt niet ingegrepen tegen de congestie en zal de fictieve congestiekost de marktverdeling beïnvloeden.

Aanpassingen: De aanpassingen voor de inkomsten en uitgaven worden in de volgende figuur voorgesteld:



Figuur 20 Overzicht van de inkomsten en uitgaven bij toegangskost

De uitgaven zijn identiek aan deze voor het dominante ISP scenario in 4.3.2.2.3. De formule is dan ook gelijk aan (16). De inkomsten van de ISP zijn nu:

$$I_{ISP} = I_{ISP,service} + I_{ISP,transit} + P_{TK} \times K_{OTT,service}$$

Met P_{TK} de prijs van de toegangskost en $K_{OTT,service}$ het aantal klanten van de OTT.

De berekening van de congestiekost blijft ongewijzigd. Het aantal klanten wordt echter wel aangepast door dit scenario. De toegangskost wordt opgeteld bij de abonnementsprijs van de OTT waardoor deze een hogere prijs krijgt. De verdeling van het aantal klanten zal dus verschuiven in de richting van de ISP.

4.3.2.2.5 Voorkeursdistributie

Beschrijving: In dit scenario is er geen wetgeving rond netneutraliteit. De ISP mag de verschillende datastromen dus behandelen zoals hij zelf wil. De ISP biedt zijn klanten de mogelijkheid aan om een VDV (Voorkeursdistributievergoeding) bij te betalen. Als de klant de VDV betaalt, dan krijgt de klant extra (niet gegarandeerd genoeg) bandbreedte toegewezen voor de VOD-service zodat de klant geen (of minder) hinder ondervindt van congestie. Dit wil echter zeggen dat er minder bandbreedte overblijft om te verdelen onder de rest van de klanten en dat de congestie voor hen erger zal worden.

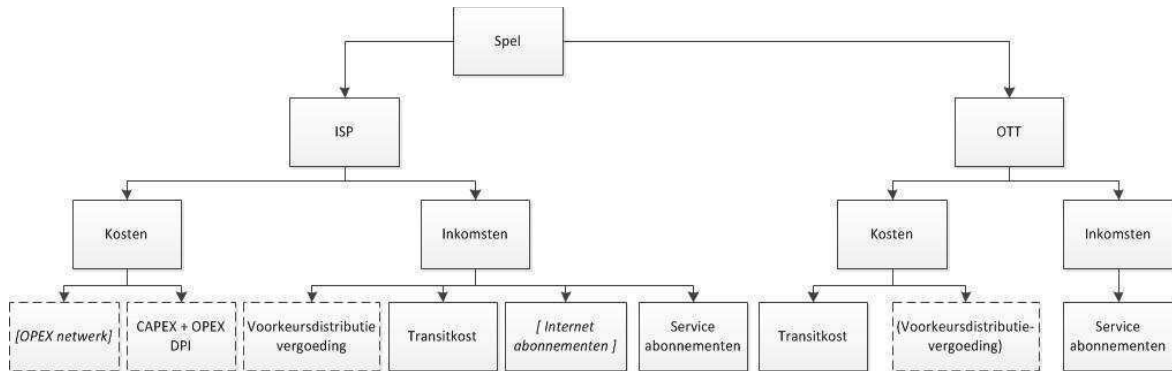
De hoeveelheid bandbreedte die toegekend wordt aan de VDV-betalers zal invloed uitoefenen op de congestiekost van de niet-VDV-betalers. Als basiswaarde wordt aangenomen dat de ISP ten minste 50% van zijn bandbreedte moet vrijhouden voor de klanten die geen VDV willen betalen zodat zij ook de service kunnen gebruiken, al is het dan met een lagere kwaliteit. Hierbij wordt verwezen naar het *managed lane* dat in Hoofdstuk 2 werd aangehaald. Aangezien 50% moet vrijgehouden worden, kan het zijn dat de ISP meer bandbreedte zou moeten garanderen aan VDV-betalers dan er beschikbaar is. In dit geval zal er ook congestie optreden voor de VDV-betalers, maar in mindere mate dan voor de niet-VDV-betalers.

Ook de OTT kan extra bandbreedte aan zijn klanten aanbieden als de ISP dit toelaat, de OTT zal dan per klant een VDV moeten betalen aan de ISP in verhouding tot de verkregen bandbreedte. Als de ISP zijn eigen VDV klanten niet meer zou kunnen voorzien van genoeg bandbreedte om congestie te vermijden, dan zal de ISP het volgende jaar bandbreedte van de OTT afnemen om zo zijn eigen klanten te kunnen bedienen. De OTT zal dus enkel extra bandbreedte kunnen aanbieden aan zijn klanten zolang de ISP deze bandbreedte niet nodig heeft.

Niet alle klanten zullen bereid zijn deze VDV te betalen. Het percentage dat hier de VDV zal willen betalen zal in het model overeenkomen met het percentage aan jongere mensen die tussen de klanten zitten. Het aantal jonge personen wordt gedefinieerd als personen ouder dan 20 en jonger dan 40. Dit wil niet zeggen dat alle personen in deze categorie de VDV zullen betalen, maar dat met deze groep geschat wordt hoeveel klanten dit wel zouden doen. De reden waarom dit publiek gekozen wordt is omdat deze het grootste aandeel heeft in het aantal klanten dat VOD bekijkt (itv media, 2012; Marketingcharts, 2013). Dit publiek omvat zowel jonge koppels die technologische nieuwigheden snel zullen opnemen, als jonge ouders met kleine kinderen die graag cartoons bekijken. Uit onderzoek (Marketingcharts, 2013) blijkt dat 31% van de VOD-gebruikers tussen de 18 en 34 jaar oud is. Dit cijfer komt sterk overeen met het aantal personen tussen 20 en 40 jaar, nl. 32% (Stad Gent, 2012). Om dit om te zetten naar huishoudens worden de gegevens van het percentage alleenstaanden en samenwonenden bekeken. Dit is ongeveer 50/50 verdeeld dus zal 75% van het percentage jongeren genomen worden om het percentage huishoudens met jongeren te vinden, namelijk 24%.

In dit scenario heeft de OTT naast zijn prijszetting als strategie, ook nog de keuze of hij zijn klanten voorkeursdistributie aanbiedt of niet.

Aanpassingen: De aanpassingen voor de inkomsten en uitgaven worden in de volgende figuur weergegeven:



Figuur 21 Overzicht van de inkomsten en uitgaven bij voorkeursdistributie

De uitgaven van de ISP zijn identiek aan deze voor het dominante ISP en toegangskostscenario in 4.3.2.2.3 en 4.3.2.2.4. De formule is dan ook gelijk aan (16). De inkomsten van de ISP zijn nu:

$$I_{ISP} = I_{ISP,service} + I_{ISP,transit} + VDV_{ISP} (+ VDV_{OTT}) \quad (17)$$

Als de OTT geen VDV betaalt, dan valt de laatste term weg. Voor de OTT blijven de inkomsten in beide gevallen gelijk aan die bij basisnetneutraliteit, de OTT betaalt de VDV voor zijn klanten en vraagt niets terug om zijn prijs laag te houden. Dit komt overeen met wat Google zou doen indien AT&T zijn plannen kon voortzetten om grote sites voorkeursdistributie aan te bieden (NBC news, 2007).

Voor de OTT komt er enkel een kost bij de transitkost T als hij beslist de VDV te betalen:

$$U_{OTT} = T (+ VDV_{OTT}) \quad (18)$$

De VDV wordt gemodelleerd als een WTP (Willingness To Pay) functie. In (Yamori et al., 2005) leiden de auteurs een formule af voor de WTP voor gegarandeerde *core* netwerk bandbreedte. De gegarandeerde bandbreedte slaat dus op een gegarandeerde bandbreedte door heel het netwerk van start- tot eindpunt en niet enkel de accesslijn waarmee de klant verbonden is met de ISP. De formule luidt als volgt:

$$WTP(z) = 2,51 \times 10^3 \times z^{0,146} \times 12 \times 0,007592 \quad (19)$$

z stelt daarin de bandbreedte in Mbps voor, de voorlaatste factor berekent de WTP voor een jaar en de laatste factor zet Japanse yen om in euro (de eerste twee factoren en het exponent zijn de experimenteel afgeleide parameters van het vermelde onderzoek). Voor de verschaft bandbreedte wordt de formule voor de WTP gebruikt om de vergoeding voor de klant te berekenen. Deze wordt dan bij de abonnementsprijs opgeteld zodat het marktmodel de prijs van de vergoeding in rekening kan brengen. De VDV voor beide spelers is:

$$VDV_{ISP} = K_{ISP,VDV-service} \times WTP(z) \quad (20)$$

$$VDV_{OTT} = K_{OTT,VDV-service} \times WTP(z) \quad (21)$$

waarbij z de bandbreedte is die gebruikt wordt en $K_{ISP,VDV-service}$ en $K_{OTT,VDV-service}$ de verdeling van het aantal klanten dat de VDV betaalt.

De congestie- en klantenberekening vereisen ook aanpassingen. De klanten worden opgedeeld volgens VDV en niet-VDV betalers waarna per groep de verdeling over de spelers berekend wordt. Daarbij wordt de VDV opgeteld bij de abonnementsprijs voor de VDV-betalers. Elke groep heeft daarnaast zijn eigen congestiekostberekening. De VDV-betalers krijgen eerst hun bandbreedte toegewezen tot de voorbehouden 50% van de bandbreedte is opgebruikt. Daarna wordt de rest van de bandbreedte verdeeld over de niet-VDV betalers (en VDV-betalers indien de 50% vrijgehouden bandbreedte niet genoeg was).

4.3.3 Conclusie

In dit deel werd besproken wat er berekend wordt en hoe dit berekend wordt. Daarnaast werd ook de flow van het model besproken.

De berekening van de resultaten bestaat uit vier grote delen:

- Het aanmaken van het spel, de spelers en de strategieën.
- Het iteratief berekenen van de congestiekost en klantenverdeling.
- Het bepalen van de NAW.
- Het vaststellen van de Nash- en Pareto-evenwichten

Daarbij moet onthouden worden dat de berekeningen voor de congestiekost, de klantenverdeling en de NAW scenarioafhankelijk zijn.

4.4 Parameters

In de vorige delen werd meermaals verwezen naar dit deel. Hier vindt je de specifieke waarden voor alle parameters. Hieronder staat een tabel met de waarde voor de parameters. Eronder volgt meer uitleg over de berekening van de waarde en van de apparatuur- en infrastructuurkosten.

Naam	Waarde	Gebruikt in
Huishoudens	2.083.828 huishoudens	Berekening netwerkkosten, aantal klanten
Bandbreedteverbruik film	4,5Mbps	Berekening congestiekost, hoeveelheid DPI-apparatuur
Grootte film	3375MB	Berekening congestiekost
Films bekeken per jaar per klant	229,2	Berekening congestiekost
Percentage voor toegangskost berekening	10%	Berekening toegangskost
Abonnementskost internet per jaar	€ 300	Berekening internetinkomsten
Abonnementskost VOD OTT per jaar	€ 108	Berekening service inkomsten
Abonnementskost VOD ISP per jaar	€ 240	Berekening service inkomsten
Eigen prijselasticiteit VOD	-1,39	Berekening klantenverdeling
Kruiselingse prijselasticiteit	1,08	Berekening klantenverdeling
Churn VOD	35%	Berekening klantenverdeling
Initieel marktpotentieel VOD	40%	Berekening klantenverdeling
Initieel marktaandeel VOD ISP/OTT	100%/0%	Berekening klantenverdeling
Prijs per Mbps per jaar	€ 15, € 5 of € 1.5 afhankelijk van de hoeveelheid data	Berekening transitkost

Tabel 1 Parameters voor NAW en klantenverdeling

- Maximum aantal huishoudens voor service: 2.604.786 huishoudens in Vlaanderen (Belgian Federal Government, 2010) waarvan 80% met internettoegang (Belgian Federal Government, 2012). Dat komt neer op 2.083.828 huishoudens die mogelijks VOD kunnen gebruiken.
- Bandbreedteverbruik per film: In verschillende bronnen wordt deze bepaald als 4,5 Mbps voor HD-films (Gowan, 2012; Martin, Fu, Wourms, & Shaw, 2011; Netflix, 2013)
- Grootte van een film: Uit het bandbreedteverbruik en de duur van 100 minuten wordt de grootte van een videofragment afgeleid op 3375 MB. Ook het gemiddeld verbruik van SD en HD content op Netflix bevestigt deze schatting (Netflix, 2014a). Voor SD is het verbruik 1GB/uur en voor HD is dit 3GB/uur. Voor een fragment van 100 minuten komt dit gemiddeld neer op 3340 MB.
- Films per jaar: Eén film = een videofragment van 100 minuten. Dit is een schatting tussen de lange films van 2,5 uur en serieafleveringen van 40 tot 50 minuten. Netflix-gebruikers kijken gemiddeld ongeveer 1 uur per dag naar video's (Lawler, 2012). Netflix-gebruikers bekijken gemiddeld 5 tv-programma's en 3 films per week, waarbij tv-programma's 30 minuten lang

zijn en films 1,5 uur (GfK, 2012) => 420 minuten per week of 1 uur per dag, net zoals in (Lawler, 2012). Voor videofragmenten van 100 min komt dit neer op 4,2 films per week. Voor één jaar is dit een totaal van 218,4 films. Als dit vergeleken wordt met de cijfers voor Rex & Rio (het gelijkaardig aanbod van Telenet) dan worden via deze services respectievelijk 12 en 28 video's per maand opgevraagd (Telenet, 2014c). Voor beide gemiddeld is dit 240 per jaar. Het gemiddelde van Netflix en deze services dan komt dit neer op 229,2 films per jaar.

- Percentage dat genomen wordt bij de berekening van de toegangskost: Bij het scenario toegangskost (4.3.2.2.4) moet de klant bijbetalen voor het gebruik van de VOD-service. Daarvoor wordt een percentage genomen van de abonnementsprijs van de ISP. Het percentage werd gebaseerd op VOIP-cases. De Spaanse telecomoperator Yoigo liet zijn klanten 6 euro extra betalen voor het gebruik van Skype (Tofel, 2012). Vergeleken met hun prijzen van 20 tot 35 euro is dit een percentage van 33% tot 17%. In dit geval neemt de service van de OTT-applicatie echter de inkomsten weg van het hoofddoel van het netwerk van de operator, nl. telefonie. Er kan aangenomen worden dat deze kost hoger zal zijn dan wat de ISP zou vragen voor de VOD-service. Deze service neemt immers enkel een secundaire inkomstenbron weg, nl. VOD-inkomsten ten opzichte van internetabbonnementen. Om deze reden wordt hier gekozen voor een waarde van 10%.
- Abonnementskost voor internet: 25 euro per maand of 300 euro per jaar (Telenet, 2013a)
- Abonnementskost voor VOD-service: De Telenetservices Rex & Rio die het concept van Netflix gebruiken en ongelimiteerde toegang verschaffen tot de aangeboden series en films kosten een klant respectievelijk 15 en 25 euro per maand (Telenet, 2014b). Jaarlijks bedragen deze kosten gemiddeld 240 euro. Netflix is nog niet aanwezig in de Belgische markt, maar rekent zijn klanten in Nederland 9 euro per maand aan (Netflix, 2014b). Dit komt neer op een jaarlijkse kost van 108 euro. Daarnaast hebben beiden nog een extra prijs als strategie. Deze werd gekozen als de gemiddelde prijs van beide zoals besproken in 4.3.1.
- Eigen en kruiselingse prijselasticiteit van de VOD-service (uitleg zie 3.3.2): Het is zeer moeilijk concrete cijfers te vinden voor de prijselasticiteit van een markt, de meeste zijn eerder schattingen. Het gemiddelde van alle negen gevonden eigen prijselasticiteiten = -1,39. Voor de kruiselingse prijselasticiteit waarvan ongeveer acht waarden gevonden werden is het gemiddelde 1,08. De bronnen voor deze waarden zijn:
 - Een paper over VOIP (Taylor, Rappoport, Kridel, & Alleman, 2004): hierin bevindt zich een schatting van de prijselasticiteit op basis van WTP (Willingness-To-Pay) onderzoek. De elasticiteit verhoogt met WTP. De maandelijkse abonnementswaarden in dit onderzoek werden geschat op 7 en 14.5 euro. In hun paper werd voor een WTP van \$10 een eigen prijselasticiteit van -0.55 gevonden en voor een WTP van \$20 een eigen prijselasticiteit van -0.73.
 - Een paper over kabeltelevisie vs. betaaltelevisie (Mayo & Otsuka, 1991): de eigen elasticiteit in verstedelijkte gebieden van kabeltelevisie is gelijk aan -1.51 en van betaaltelevisie is dit -1.16. De kruiselingse prijselasticiteit tussen de twee is -1.03 voor de kabeltelevisie en -0.37 voor betaaltelevisie.
 - Een rapport van Centris (Banerjee, 2013): In studie 1 staat er een elasticiteitsberekening van video service ten opzichte van double en triple play-aanbiedingen. Algemeen is -2.33 de eigen prijselasticiteit voor enkel de video service, maar er wordt vermeld dat het verkiezen van OTT services of triple play de redenen hiervoor zijn. Dit duidt eerder op kruiselingse prijselasticiteit. In een andere studie bevindt zich een WTP-schatting van elasticiteit van videoconsumptie. De eigen elasticiteit is -0.54 voor een WTP van \$ 20 en -0.81 voor een WTP van \$ 30.

- In een paper over kabeltelevisie vs. satelliet en premium tv (Benkard et al., 2004) wordt de eigen prijselasticiteit van kabel geschat op -1.5, van beide andere wordt deze hoger geraamd op -2,5 (satelliet) en -3.2 (premium). De kruiselingse prijselasticiteiten liggen voor kabel vs. premium rond 1.0, maar lager (0.3-0.5) voor satelliet.
- Ofcom (Engelse NRA) deed een WTP-onderzoek over de begrenzing van prijzen onder competitie (Ofcom, 2008). Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen eigen en kruiselingse, maar er wordt telkens verwezen naar het overschakelen naar competitie. Deze studie gaat er vanuit dat het hier over de kruiselingse prijselasticiteit gaat. De kruiselingse prijselasticiteit voor Sky (Britse tv-aanbieder) met enkel een sportaanbod is 1.4, voor sport en films op aanvraag is dit 1.1. Een aanbod met enkel films had te weinig gegevens om tot concrete conclusies te komen. Ofcom geeft in dit document ook toe dat de elasticiteitsgegevens niet eenvoudig zijn om te achterhalen.
- *Churn* van de VOD-service: de gemiddelde jaarlijkse *churnrates* voor verschillende ICT-diensten (tv, telefonie) = 30.4% (Inside Market Research, 2006). De *churnrate* van Netflix is hoger wegens de gemakkelijke in- en uitstap die zij aanbieden. De maandelijkse *churnrates* van Netflix liggen tussen 3,4% en 4,2% (AGILONE, 2013; Brown, 2011). Per jaar zou dit tussen de 40% en 50% moeten liggen (Gottfried, 2013). Er wordt hier voor de lagere waarde gekozen omdat de *churnrate* verlaagt als klanten in hetzelfde jaar de service stopzetten en daarna opnieuw aanvragen. Een gemiddelde van de jaarlijkse tv-*churnrate* en die van Netflix samen komt neer op 35%.
- Marktpotentieel voor VOD: Telenet verwacht voor zijn Rex & Rio-aanbod een marktaandeel van meer dan 20% (Telenet, 2014c). Netflix bereikt in Groot-Brittannië 14% marktaandeel en in Canada 25% (Jones, 2014). Aangezien beide bedrijven niet de enige zijn die VOD aanbieden, worden beide waarden opgeteld en wordt de schatting voor het marktpotentieel op 40% geplaatst.
- Initiële marktaandelen: OTT=0% en ISP=100% omdat een case study besproken wordt waarin de OTT net op de markt komt. Later (zie 6.2.2) wordt besproken wat het effect is van andere keuzes voor deze initiële marktaandelen.
- Prijs per Mbps voor transit: Dit wordt berekend aan de hand van de rates van de BNIX (Belgian National Internet eXchange, 2014). Naargelang meer data verzonden wordt, wordt de transitkost goedkoper (zie 3.4.1).

Voor de OPEX- en CAPEX-kosten van DPI wordt een aparte tabel gebruikt:

Naam	Waarde
Processor	€853
DDR3 geheugenkaart	€74
Switch manager processor	€58
Ethernet multilayer switch	€5400
Chassis	€7700
Rack cabinet	€551
Kost technicus	€20 per uur
Duur Reparatie	2,5 uur
Energieverbruik	2058,6 kWh/jaar
Energiekost	€900 per jaar

Tabel 2 Kosten voor DPI

- Kosten CAPEX DPI: Voor het kostenmodel wordt de AT8242 van Kontron gebruikt als voorbeeld voor DPI-apparatuur. De 40G ATCA 64-Core MIPS64 Packet Processor Blade wordt beschreven in de datasheets van (Kontron, 2012). Deze AdvancedTCA Blade bevat enkele belangrijke componenten, nl. de processoren, de geheugenkaarten, de switch manager processor en de ethernet switch.
 - De Cavium Networks OCTEON II CN6880 MIPS64 v2 processor kost 853 euro (\$1,125.57) volgens (Phoenixelectronics, n.d.).
 - Een DDR3 geheugenkaart kost volgens (Digikey, n.d.) 74 euro (\$97.16).
 - De switch manager processor is een Freescale P2010 met kloksnelheid van 1,2 Ghz. Meer details worden niet gegeven in de datasheet, dus wordt de gemiddelde kost genomen van de verschillende variaties. Dit komt neer op ongeveer 58 euro (\$77) per processor (Freescale, n.d.).
 - Het belangrijkste deel van de Blade is de Broadcom BCM56842 320Gbps Ethernet Multilayer Switch die te verkrijgen is aan een prijs van 5400 euro (Kontron, 2013). Kontron zet de prijs van de hele Blade op 7900 euro.
 - De kostprijs van een rack cabinet kan geschat worden door het gemiddelde te nemen van de waarden die te vinden zijn bij (Mouser, n.d.) en dit komt uit op 551 euro (\$727).
 - De chassis waarin de DPI-apparatuur geplaatst wordt kost 7700 euro (Radisys, 2013).
- Kosten OPEX DPI:
 - De onderhoudskosten vormen deel van de aankoopkosten voor de aparte onderdelen van de ATCA Blade: 30% van de aankoopkost voor actieve elementen en 10% van de aankoopkost voor de rack cabinets. De redenering in (Casier et al., 2008) is dat de apparatuur om de drie tot vijf jaar vervangen wordt.
 - Onderhoudskost: deze kost wordt genomen als de kost voor de technicus die het komt repareren. Volgens (Carrière, n.d.; Simply Hired, 2013) komt dat neer op ongeveer 20 euro per uur en duren zulke reparaties gemiddeld 2,5 uur (Ponemon

Institute, 2010). Net zoals voor de aparte onderdelen doet deze kost zich ongeveer om de drie jaar voor.

- Energiekost: met een verbruik van 2058,6kWh/jaar uit de datasheet en de prijzen voor dit jaarlijks verbruik voor verschillende energieleveranciers (Mijn Energie, 2013) komt dit uit op ongeveer 900 euro per jaar per ATCA Blade.

Voor de CAPEX van de netwerkuitbreiding en de OPEX van het netwerk worden waarden uit de jaarverslagen van Telenet gebruikt.

Het jaarverslag van 2012 vermeldt dat het Pulsar-project een extra investering van 150 miljoen over 5 jaar vraagt (Telenet, 2012). Daarom zal de netwerkuitbreiding gemodelleerd worden als een investering van 30 miljoen per jaar.

Voor de operationele kosten wordt een gemiddelde genomen van de onderhoudskosten voor het netwerk:

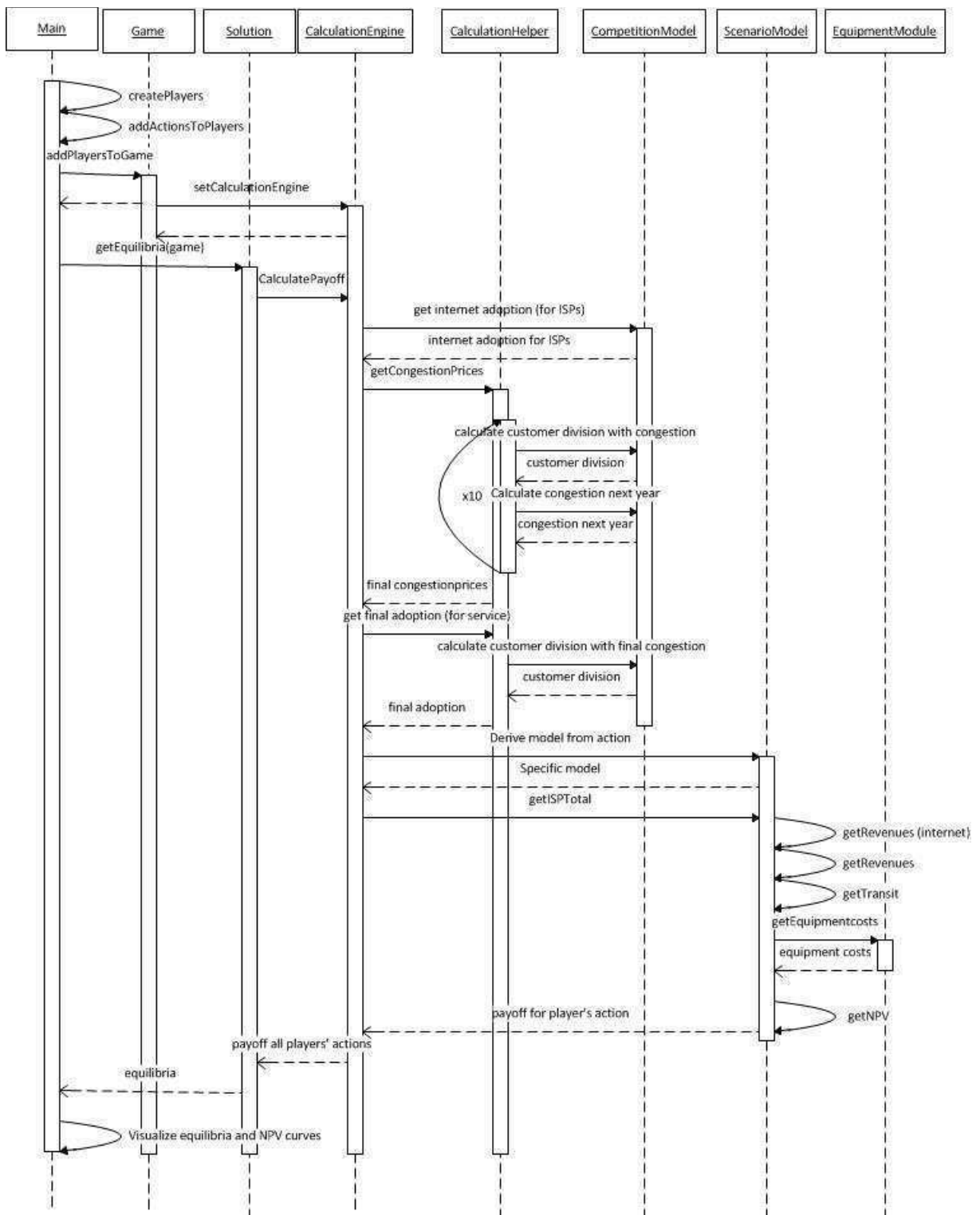
- Jaarverslag 2011 (Telenet, 2011): 470,2 miljoen euro bedrijfsinvesteringen waarvan 19% onderhoud. Dit is een OPEX van 89,3 miljoen euro.
- Jaarverslag 2012 (Telenet, 2012): 353,2 miljoen euro bedrijfsinvesteringen waarvan 24% onderhoud. Dit is een OPEX van 84,7 miljoen euro.
- Jaarverslag 2013 (Telenet, 2013b): 372,2 miljoen euro bedrijfsinvesteringen waarvan 29% onderhoud en overige. Dit is een OPEX van 107,9 miljoen euro.

Gemiddeld komen deze OPEX-kosten neer op 93,97 miljoen euro per jaar.

4.5 Het model in code

In dit laatste deel wordt de implementatie van het model in code kort besproken. De code werd ontworpen in de TESS-omgeving. TESS is een programmeeromgeving in Java, ontworpen aan de UGent, waarin technische modellen gecreëerd worden die over een bepaalde tijd economisch geëvalueerd worden. Het basiselement van deze omgeving is de TimeFunction. Deze TimeFunction-objecten worden gebruikt om waarden weer te geven in de tijd en er kunnen bewerkingen op uitgevoerd worden.

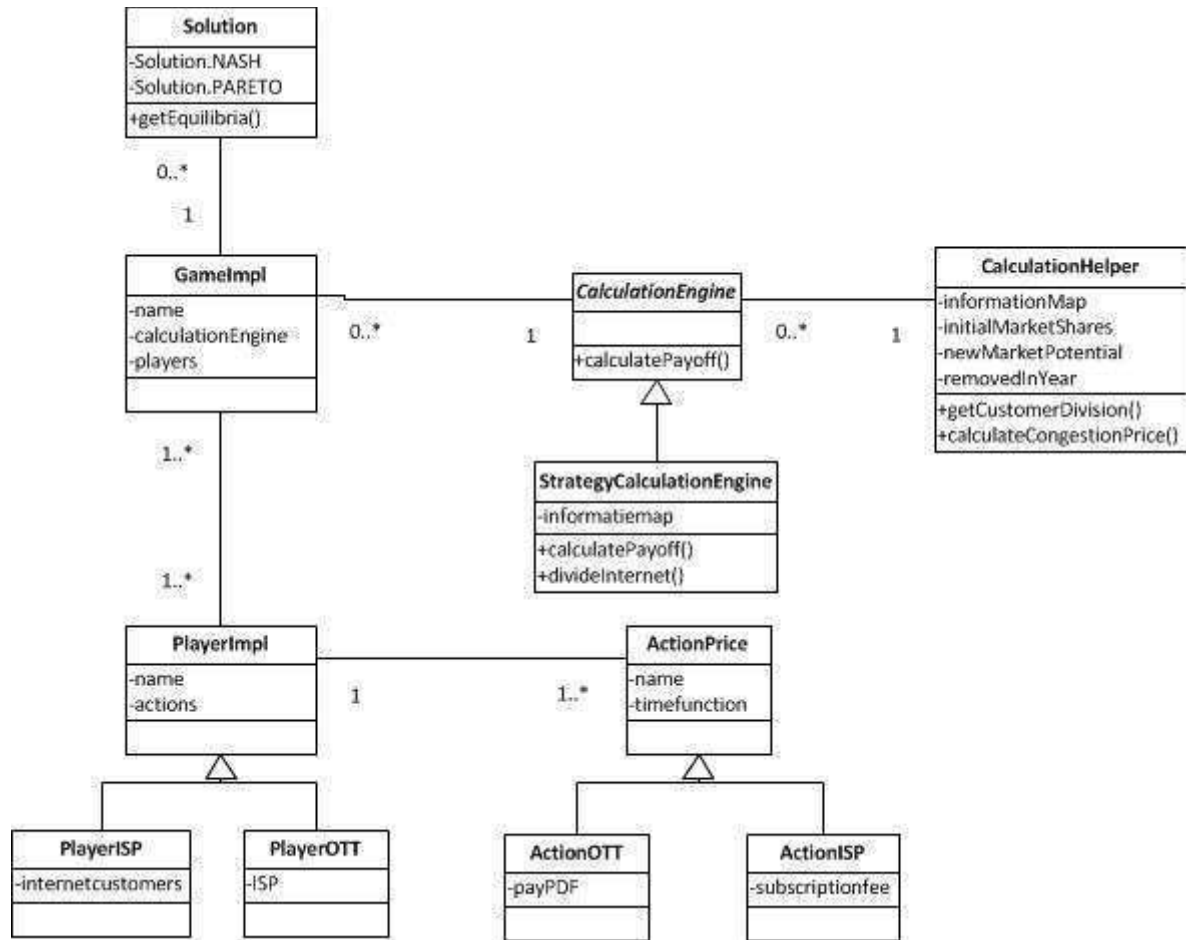
Het algemeen sequentiediagram van het model ziet eruit als volgt:



Figuur 22 Sequentiediagram van het programma

De CalculationEngine-klasse is verantwoordelijk voor het berekenen van de waarden die het Solution-object zal gebruiken om de Nash- en Pareto-evenwichten te bepalen. De CalculationHelper neemt daarbij de berekening van de congestiekost op zich en gebruikt de CompetitionModel-klasse om de klantenverdeling te bepalen. Dit is dus het marktmodel. De NAW wordt berekend door het ScenarioModel die de scenarioafhankelijke inkomsten en uitgaven implementeert. Daarbij maakt het gebruik van een EquipmentModule om de netwerkkosten uit te werken.

Het volgende klassendiagram toont de werking ervan in meer detail:

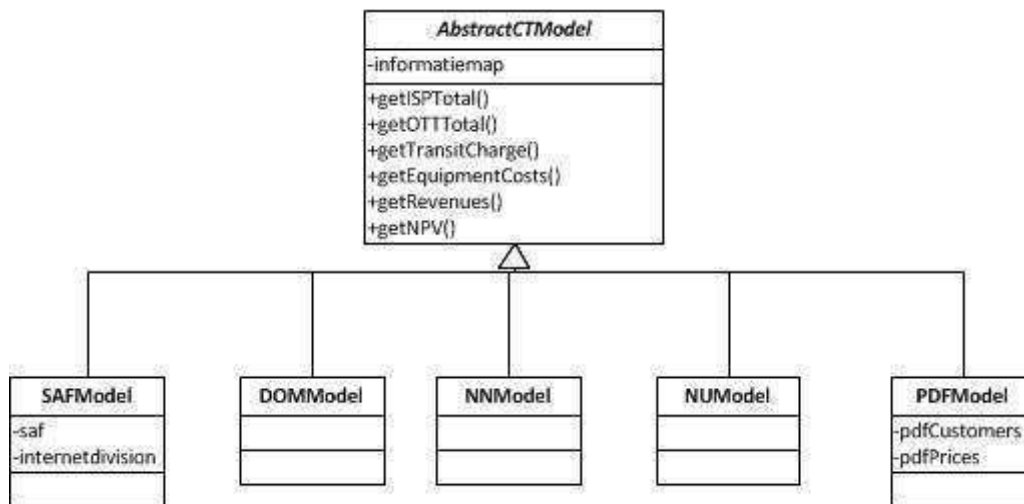


Figuur 23 Klassendiagram van het spel

Solution, GameImpl, PlayerImpl, ActionPrice en CalculationEngine zijn daarbij bestaande klassen in TESS, terwijl de rest geschreven is voor dit onderzoek. In de parameters en methodes van de klassen zitten veel herkenbare namen uit de modelbeschrijving, maar sommigen hebben wat meer uitleg nodig:

- Het scenario van de spelers zit vervat in de naam van de ActionPrice, zijn timefunction geeft de VOD-prijs aan.
- PayPDF in ActionOTT is een waarde die aangeeft of de OTT de VDV zal betalen of niet.
- De calculatePayoff-methode berekent de huidige waarde die moet gemaximaliseerd worden in het spel. Dit kan de NAW of het aantal klanten zijn.

Daarnaast werden ook de modellen voor de scenario's ontwikkeld. Daarbij wordt vanuit een algemeen model vertrokken dat de meeste berekeningen zelf kan uitvoeren en dat model wordt dan uitgebreid om aanpassingen door te voeren die scenarioafhankelijk zijn. Sommige van de uitgebreide klassen zijn slechts wrapper-klassen om een onderscheid te kunnen maken tussen de modellen:



Figuur 24 Klassendiagram van de scenariomodellen

- SAFModel = toegangskost
- DOMModel = dominante ISP
- NNModel = basisnetneutraliteit
- NUModel = netwerkuitbreiding
- PDFModel = voorkeursdistributie

De code bevat ook nog een EquipmentModel waarbij gebruik gemaakt wordt van een bestaand model (Van der Wee et al., 2012) om de OPEX en CAPEX te berekenen van een netwerk en er werd nieuwe code toegevoegd voor de berekening van de DPI-kosten.

Als laatste is er nog de klasse CompetitionModel die het marktmodel omvat (Tahon, 2013).

4.6 Conclusie

Het doel van het model is om resultaten te genereren voor de NAW en het aantal klanten. Samen met de evenwichten zullen zij in vergelijking met het basis-NN-scenario aanduiden of het verkozen scenario een negatieve of positieve invloed heeft op beide resultaten. Hieruit kunnen aanbevelingen gemaakt worden naar de regulator toe door de invloed van het scenario te vergelijken met de wetgevingen in 2.3.1.

Het model bestaat dus uit een viertal grote fases:

- De set up fase waarin het spel en de spelers worden aangemaakt.
- Het iteratief berekenen van de congestiekost/klantenverdeling.
- De berekening van de inkomsten en uitgaven + NAW.
- Het vinden van de evenwichten van het spel.

Bij het bespreken van de berekeningen werd aangegeven hoe de inkomsten en uitgaven bepaald worden. De inkomsten bevatten de internetabonnementen, serviceabonnementen en de transitkost voor de ISP. De inkomsten van de internetabonnementen worden hierbij enkel gebruikt om te bepalen of de ISP de onderhoud- en uitbreidingskosten voor zijn netwerk kan bekostigen met deze inkomsten. De uitgaven voor de ISP zijn telkens de netwerkkosten die scenariospecifiek zijn. De OTT

heeft algemeen enkel de serviceabonnementen als inkomsten en de transitkost als uitgaven. Voor beide kunnen er scenariospecifieke inkomsten en uitgaven bijkomen. Voor het toegangskostscenario komt er voor de ISP de toegangskost bij die door de klanten betaald wordt. Bij de voorkeursdistributie krijgt de ISP een voorkeursdistributie van zijn klanten die dit willen betalen en eventueel ook van de OTT. Voor de OTT komt dit erbij als een kost.

De impact van de congestie werd gemodelleerd als een fictieve congestiekost die in het marktmodel bij de prijs van de VOD-service geteld wordt. Op die manier zullen klanten via het marktmodel reageren op de congestiestijging. De congestiekostfunctie is een exponentiële functie waarvan de parameters bepaald worden door het oplossen van een stelsel met behulp van de nodige bandbreedte per persoon voor dat jaar. De congestiekost zelf wordt berekend in functie van de aanwezige bandbreedte per persoon in dat jaar.

Er werd een beperking opgemerkt tijdens de bespreking van het model. Door de manier van berekenen zal het marktmodel geen verschil in klantenverdeling vertonen eens de prijzen van twee spelers ver genoeg uit elkaar liggen. Als de duurste prijs dan stijgt, zal er geen verschil opgemerkt worden in de marktverdeling. Daarom werden de prijsfuncties aangepast zodat deze het marktpotentieel aanpast naargelang de prijsstijging.

Ook de parameters kwamen in dit hoofdstuk uitvoerig aan bod zodat kan nagegaan worden of de gekozen parameters correct zijn en goed benaderd werden.

Als laatste werd de code summier voorgesteld waarin de sequentie van de code wordt aangehaald alsook de afhankelijkheden van de verschillende klassen en modellen.

Hoofdstuk 5

Resultaten

5.1 Inleiding

In dit deel wordt er gekeken naar de resultaten die bekomen worden door het toepassen van de modellen in Hoofdstuk 4. Deze resultaten zullen aangeven welke strategieën en scenario's verkozen worden door de spelers. Om dit op een overzichtelijke manier te brengen, zullen de resultaten van elk scenario eerst apart besproken worden. Daarbij wordt het basisscenario uitgebreid bestudeerd en worden de andere scenario's hiermee vergeleken. Enkel de opmerkelijke verschillen komen hierbij aan bod.

Elk scenario wordt als volgt besproken:

- Herhaling van de uitleg over het scenario.
- Verwachting van de resultaten.
- Bespreking van de resultaten.
- Samenvatting van de strategiekeuze van de spelers en gevolgtrekking voor de regulator.

De resultaten die getoond zullen worden zijn onder meer de spelmatrix, de NAW (Netto Actuele Waarde) van de VOD-dienst (Video On Demand), de jaarlijkse VOD-inkomsten, de jaarlijkse congestiekost, het jaarlijkse aantal klanten en de NAW van de ISP (Internet Service Provider) met internetabonnementen en kosten voor het netwerk meegerekend. Uit deze grafieken kan het volgende afgeleid worden:

- De spelmatrix zal uiteraard het resultaat van de winstfuncties weergeven. De uiteindelijke NAW van de VOD-dienst en de economische evenwichten zullen aangeven welk scenario en welke strategieën verkozen worden door de spelers. Aangezien het aantal klanten berekend wordt aan de hand van de effectieve prijs en de grootte van de congestie, zal het aantal klanten na 10 jaar weergeven wat het effect is van de strategieën en het scenario op de markt. De regulator zal hieruit kunnen afleiden welke strategiesets het beste zijn voor de klanten en de competitiviteit.
- Een overzicht van de NAW na 10 jaar voor de VOD-dienst zal, in vergelijking met de spelmatrix, een beter totaalbeeld geven van de impact van de scenario's en de strategieën.
- De jaarlijkse VOD-inkomsten zullen een zichtbare evolutie weergeven van de inkomsten van elke speler per jaar. Dit is handiger dan enkel een totaalbeeld na 10 jaar om een analyse te maken van het verloop van de inkomsten over lange termijn.

- De congestiekost en het aantal klanten staan met elkaar in verband en zullen beide belangrijke grafieken zijn voor de regulator. De congestiekost zal immers een maatstaf zijn voor de kwaliteit van het aanbod, terwijl het aantal klanten zal aantonen hoe de klanten reageren op de prijsverschillen en de aanwezigheid van congestie.
- Een belangrijke vraag die moet beantwoord worden, is of de ISP met de inkomsten uit internetabonnementen zijn netwerk kan bekostigen en dus geen aanpassing van het huidige systeem moet doorvoeren (NN (Netneutraliteit) zonder compensatie van de OTT-speler (Over-The-Top) voor het gebruik van het netwerk exclusief de transitkost). Uit de grafiek waarin de cumulatieve verdisconteerde netwerkkosten en internetinkomsten van de ISP worden vergeleken, zal blijken dat de ISP ofwel deze aanpassingen moet doorvoeren, ofwel dat de ISP zijn kosten kan dragen met de inkomsten van zijn internetabonnementen.

Dit hoofdstuk gaat verder met deel 5.2 waarin de resultaten van het basis-NN-scenario worden besproken. Daarna volgen de scenario's netwerkuitbreiding (5.3), dominante ISP (5.4), toegangskost (5.5) en voorkeursdistributie (5.6). Als laatste worden deze scenario's met elkaar vergeleken (5.7). Na dit hoofdstuk volgt nog een analyse (zie Hoofdstuk 6) waarin alle opmerkelijkheden besproken worden die tijdens dit hoofdstuk aan bod kwamen. Daarbij worden de belangrijkste parameters (zie 6.2) en aannames (zie 6.3) bestudeerd op hun invloed op de resultaten.

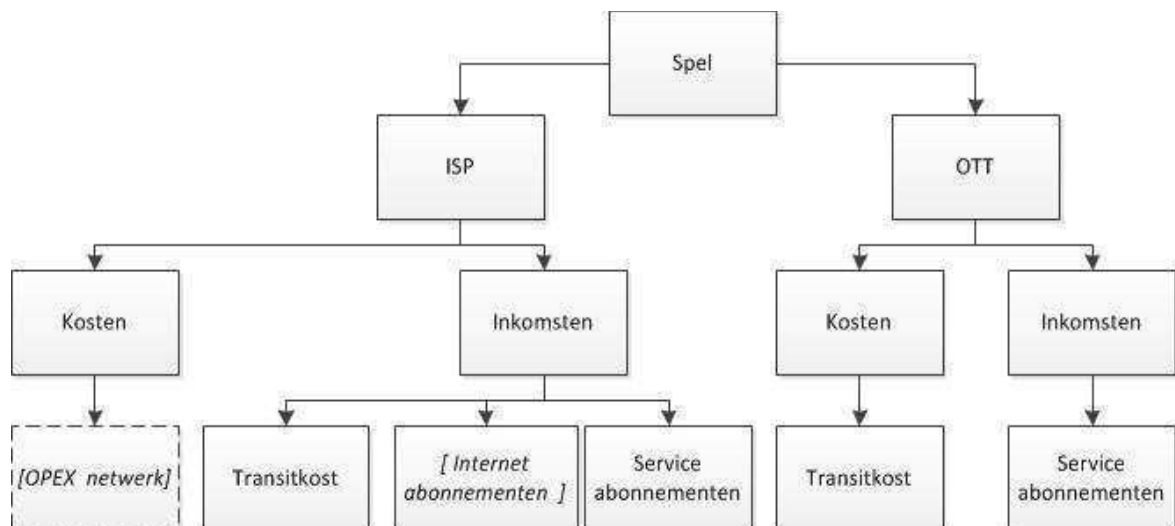
5.2 Basis-NN

5.2.1 Scenariobeschrijving

In dit scenario zal de ISP zijn netwerk niet uitbreiden en zal deze wegens NN ook geen DPI-apparatuur (Deep Packet Inspection) installeren. De bandbreedte wordt verdeeld over beide spelers naarmate het aantal klanten dat zij hebben en er zal voor beiden congestie optreden. (Voor meer uitleg over het scenario zie 2.5 en 4.3.2.2.1)

5.2.2 Verwachtingen

Voordat de verwachtingen worden besproken, volgt eerst nogmaals het overzicht van de inkomsten en uitgaven voor beide spelers in Figuur 25:



Figuur 25 Overzicht van de inkomsten en uitgaven voor beide spelers bij basisnetneutraliteit

De spelers kunnen voor hun serviceabonnementen een hoge of een lage prijs zetten. Dit is hun strategie in het spel. Zowel de strategieën als het scenario zullen een invloed hebben op de NAW en het aantal klanten. De impact van deze wordt weergegeven in Tabel 3.

Speler	Strategie	Impact
ISP/OTT	H	Meer klantenverlies, maar grotere inkomst per klant
ISP/OTT	L	Minder klantenverlies, maar lagere inkomsten per klant
Scenario		Toenemende congestiekost die voor klantenverlies zorgt

Tabel 3 Impact van de strategie en het scenario bij basisnetneutraliteit

Deze invloed van de strategiekeuze is bij de meeste scenario's gelijk, maar soms heeft deze keuze nog andere implicaties.

Als Tabel 3 en Figuur 25 samen bekeken worden, dan is het inderdaad zo dat de prijszetting voor beide spelers invloed zal hebben op de inkomsten van hun serviceabonnementen. Hoe hoger hun prijs, hoe hoger hun inkomsten per klant. Het probleem met een hoge prijs is echter dat dit klanten afschrikt en dat de spelers bijgevolg minder klanten zullen hebben waarvan ze inkomsten krijgen. Er zal bij de prijskeuze een keerpunt zijn wanneer het aantal klanten dat de spelers verliezen zwaarder weegt dan de extra inkomsten die ze krijgen per klant.

Het aantal klanten van een speler heeft ook een invloed op de congestiekost en de transitkost. Voor de transitkost is het zo dat deze zal stijgen met het aantal klanten, omdat deze berekend wordt aan de hand van de gebruikte bandbreedte. Voor de OTT zal het stijgen van het aantal klanten een grotere transitkost met zich meebrengen, maar deze kost zal kleiner zijn dan de inkomsten die ze krijgen door de nieuwe serviceabonnementen. Het stijgen van het aantal klanten is dus een positieve invloed voor de inkomsten van een speler. Voor de ISP is het zo dat de transitkost van de OTT een deel van zijn inkomsten vormt. Het stijgen van de transitkost van de OTT kan twee oorzaken hebben. Enerzijds kan dit voorkomen omdat de OTT klanten wint. Deze klanten worden gewonnen ten koste van de ISP, dus hoewel de OTT een grotere transitkost moet betalen aan de ISP, verliest de ISP toch inkomsten omdat hij nu minder klanten heeft. De tweede reden dat de transitkost kan stijgen is omdat de nodige bandbreedte voor het bekijken van de service stijgt. Voor een gelijk aantal klanten heeft dit een negatieve invloed op de OTT en een positieve invloed op de ISP. Het groeien van de benodigde bandbreedte voor de service heeft, naast het groeien van het

aantal klanten, ook een negatieve invloed op de congestiekost voor beide spelers. Deze congestiekost zal de prijzen voor de klanten fictief omhoogtrekken waardoor er een verlies van klanten zal zijn op de totale markt.

Scenario basisnetneutraliteit			
Prijs ISP		Hoog	Laag
Prijs OTT	Hoog	1	2
	Laag	3	4

Tabel 4 Spelmatrix voor de verwachtingen bij basisnetneutraliteit

De spelmatrix voor basisnetneutraliteit wordt voorgesteld door Tabel 4. De voorspelling van het Nash-evenwicht is niet eenvoudig door de verschillende factoren die een rol spelen bij het bepalen van de inkomsten en het aantal klanten. Naast de bovenvermelde strategieën en het scenario hebben ook de volgende twee aannames (zie 4.4) een invloed op de NAW van de VOD-service:

- ISP is initieel de enige speler op de VOD-markt: dit resulteert in een initiële klantenbasis van 100% waarmee de eerste jaren veel inkomsten worden vergaard.
- De grootte van de prijselasticiteiten en de *churn*: deze parameters bepalen de grootte van de reactie van de klanten op de prijzen en de congestiekost.

Door de eerste aanname wordt er verwacht dat de ISP een hoge prijs zal aannemen. Hij zal via deze hogere prijs en zijn initieel grote klantenbasis meer inkomsten verzamelen dan via het aantal klanten die behouden blijven met een lagere prijs. Voor de OTT valt het moeilijk te zeggen of deze over de jaren heen meer zal verdienen met een hogere prijs dan met een lagere. Dit zal voor een deel afhangen van de tweede aanname. Indien de reactie van de klanten groot genoeg is, zal het zetten van een lage prijs genoeg klanten aantrekken zodat de lage prijs financieel voordeliger is. Indien dit niet zo is, zal het voor de OTT op lange termijn voordeliger zijn om trager klanten aan te trekken met een hogere prijs, maar meer te verdienen per klant. Momenteel wordt verwacht dat de reactie groot genoeg is zodat de voorspelling van het Nash-evenwicht bij strategieset 3 ligt in Tabel 4.

De kosten voor het netwerk en de inkomsten van de ISP door internetabbonnementen (zie Figuur 25) worden niet in de NAW voor de VOD-service opgenomen. Aangezien de OTT's echter menen dat de ISP zijn netwerkkosten kan dragen met de inkomsten van zijn internetabonnees, wordt dit apart geverifieerd door deze inkomsten en uitgaven nadien te vergelijken.

5.2.3 Resultaten

Het eerste resultaat dat bekeken wordt is de spelmatrix in Figuur 26 waarin beide winstfuncties (NAW en aantal klanten) samen worden weergegeven. In deze spelmatrix worden de resultaten gegroepeerd per strategieset waarin H de hoge prijs voorstelt en L de lage. De koppels resultaten zijn zo geordend dat de eerste waarde deze van de ISP is en de tweede deze van de OTT. Strategiesets zullen in de bespreking ook voorgesteld worden op deze wijze, bv. strategieset HL duidt de strategieset aan waarbij de ISP een hoge prijs gebruikt en de OTT een lage prijs. De Nash-evenwichten voor beide winstfuncties worden weergegeven in de figuur als grijze cellen. Daarnaast

worden ook de Pareto-evenwichten meegegeven door deze koppels in het vet te plaatsen (zie 3.3.1 voor meer uitleg rond het economisch spel en de evenwichten).

		ISP	Basisnetneutraliteit			
			H		L	
OTT	Netto actuele waarde	H	€ 1.180.403.549	€ 238.821.632	€ 1.061.502.664	€ 238.688.488
		L	€ 1.131.206.376	€ 255.530.741	€ 1.028.475.470	€ 260.859.049
	Percentage klanten	H	22,16%	14,40%	28,56%	14,40%
		L	18,77%	24,31%	25,67%	24,70%

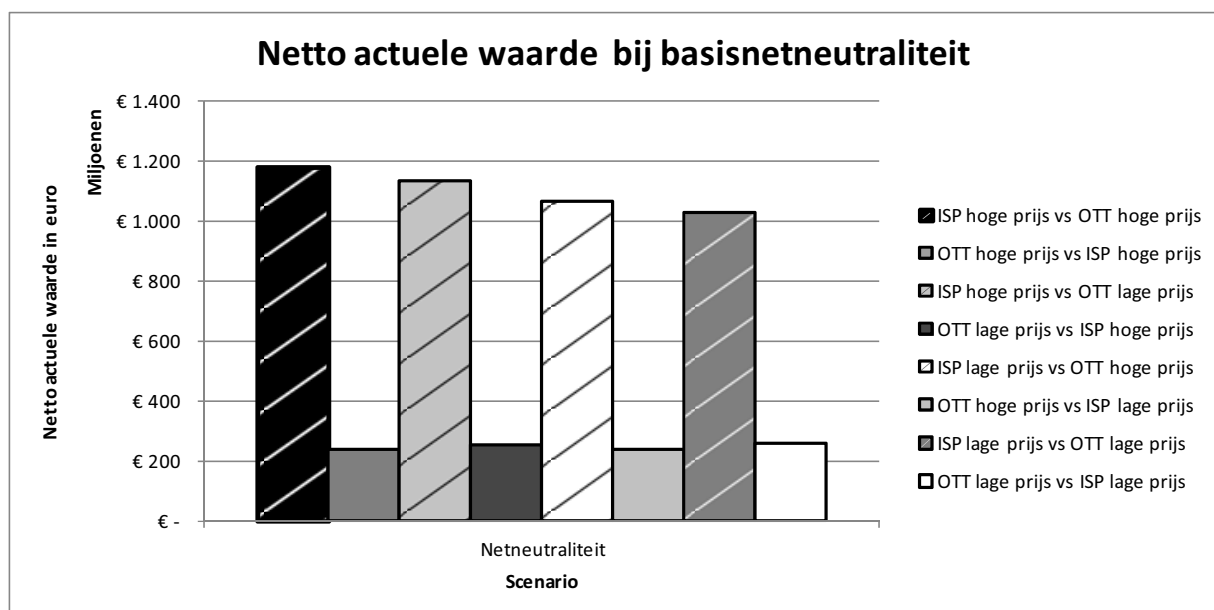
Figuur 26 Spelmatrix bij basisscenario

Nash:

- NAW: hoge prijs ISP en lage prijs OTT
- # klanten: lage prijs ISP en lage prijs OTT

Pareto:

- NAW: enkel lage prijs ISP en hoge prijs OTT niet
- # klanten: enkel de strategiesets waarbij de ISP een lage prijs gebruikt



Figuur 27 NAW van de VOD-diensten in het basisscenario

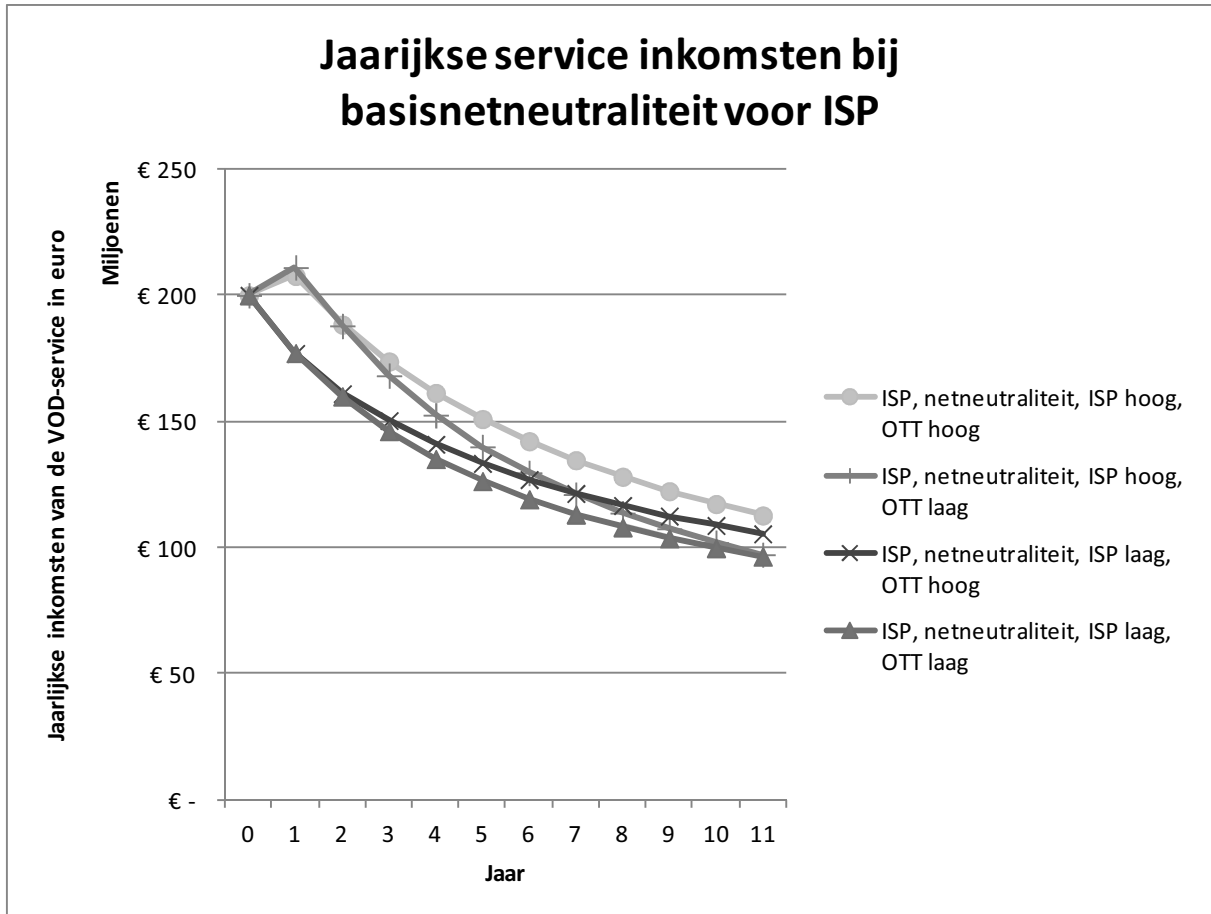
Figuur 27 geeft een beter overzicht van de NAW dan de spelmatrix en geeft duidelijk aan dat voor beide spelers de strategieset HH het interessantst is indien ze hun winst willen maximaliseren over 10 jaar.

Vragen en opmerkingen bij de resultaten:

* De NAW van de ISP is veel hoger dan die van OTT [Figuur 26]:

Dit is te verklaren door de ISP die start met een initieel marktaandeel van 100%. Als Figuur 28 geraadpleegd wordt, dan is er meteen te zien dat de ISP het overgrote deel van zijn inkomsten uit de eerste jaren haalt. Daarbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de NAW de waarde

van toekomstige geldstromen vermindert. De eerste jaren zijn dus belangrijker bij het bepalen van de totale NAW dan de laatste. In de scenarioanalyse zal blijken dat dit grote verschil vooral aan de initiële marktaandelen te wijten valt en dat bij een andere marktverdeling de NAW van beide spelers dichterbij elkaar zullen liggen (zie 6.2.2).



Figuur 28 VOD-inkomsten jaar per jaar voor de ISP in het basisscenario

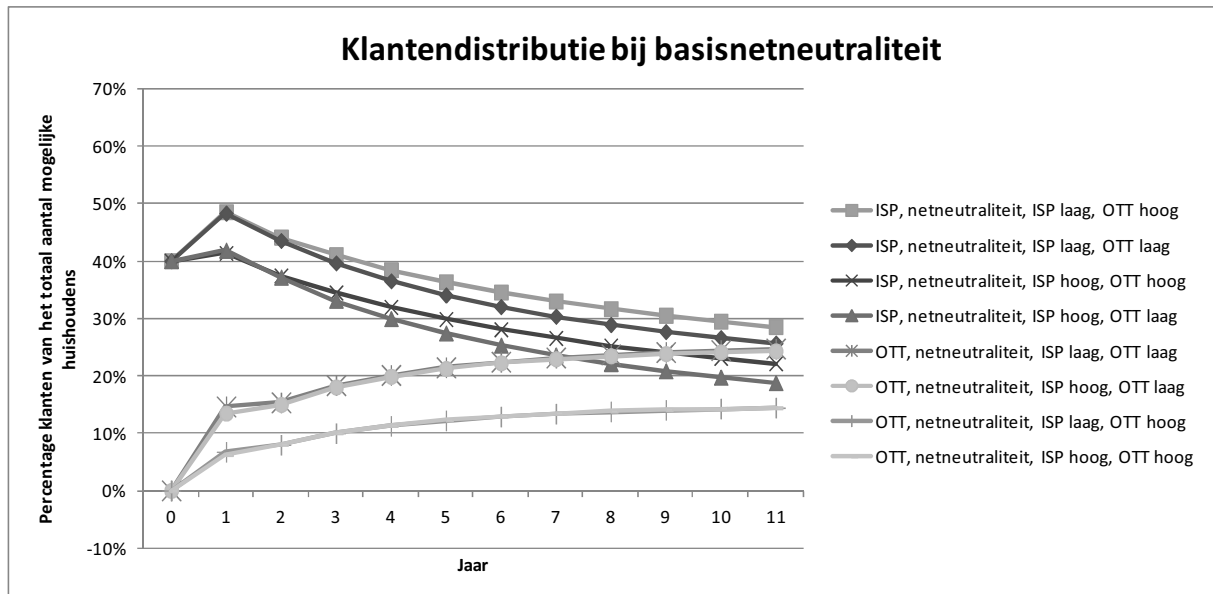
* *Waarom groeien de inkomsten van de ISP in het eerste jaar in twee strategiesets en in de andere twee niet?* [Figuur 28]:

De uitleg hiervoor is tweezijdig. Eerst wordt Figuur 29 aangehaald. De totale markt groeit er in jaar één omdat de markt reageert op de prijsveranderingen. De uitleg hiervoor is als volgt:

vooral eer de OTT op de markt komt is er enkel de oorspronkelijke prijs van de ISP (deze is gelijk aan de hoge prijs van de ISP). Aangezien de OTT de markt intreedt met een lagere prijs en de ISP - afhankelijk van zijn strategie- ook zijn prijs verandert, zal er zich een daling voordoen in de gemiddelde prijs waarmee het marktpotentieel berekend wordt (bv. hoge prijs ISP => (lage prijs ISP + lage prijs OTT)/2). Dit resulteert in een stijging van de totale markt in jaar één die afhankelijk is van de gekozen strategieën (zie ook laatste paragraaf in 4.3.2.1.3).

In Figuur 29 zijn het echter de strategiesets waarbij de ISP een lage prijs heeft waarbij de ISP het meeste klanten heeft. Het tweede deel van het antwoord op de vraag heeft te maken met het prijsverschil per strategieset. Met een hogere prijs zal de ISP evenveel inkomsten ontvangen van zijn klanten als in jaar nul met zijn oorspronkelijke prijs (die gelijk is aan de hoge prijs). Aangezien zijn aantal klanten lichtjes groeit door de groei van de markt door de intrede van de OTT, zal hij dus meer inkomsten verwerven. De lage prijs zorgt voor meer klanten, maar de stijging in klanten is niet

groot genoeg om het prijsverschil tussen de oorspronkelijke prijs en de lage prijs te compenseren. Daarom zullen zijn inkomsten dalen in het eerste jaar.

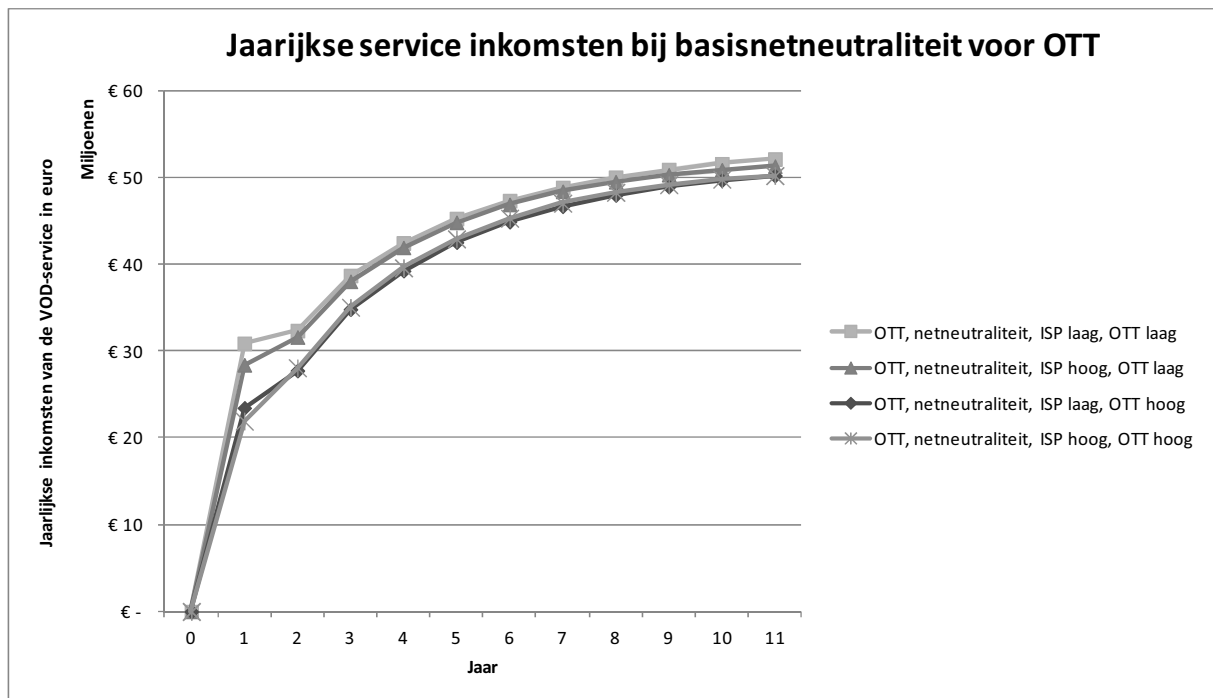


Figuur 29 Marktaandeel per jaar voor het basisscenario

* *Het Nash-evenwicht ligt bij de strategieset HL [Figuur 26]: De verklaring hiervoor is te vinden in Figuur 30 die aantoont dat de OTT met een lage prijs meer inkomsten binnenhaalt in bijna elk jaar. De extra inkomsten door meer klanten bij een lage prijszetting wegen dus zwaarder door dan de extra inkomsten door de hogere prijs.*

* *Het aantal klanten van de OTT blijft ongeveer gelijk wanneer deze eenzelfde prijs behoudt, maar de ISP zijn prijs verandert [Figuur 29]:*

Dit is afhankelijk van de balans tussen de congestiekost en de *churn*. Enerzijds zorgt een groter prijsverschil voor een groter aantal klanten die zullen overstappen van de ISP naar de OTT (bv. strategieset HL ten opzichte van LL), maar anderzijds groeit het totaal aantal klanten, wat voor meer congestie zorgt (bv. strategieset LL ten opzichte van HL). In de scenarioanalyse wordt dit verder besproken (zie 6.2.5).



Figuur 30 VOD-inkomsten jaar per jaar voor de OTT in het basisscenario

* *Waarom vlakken de jaarlijkse inkomsten van de OTT af?* [Figuur 30]:

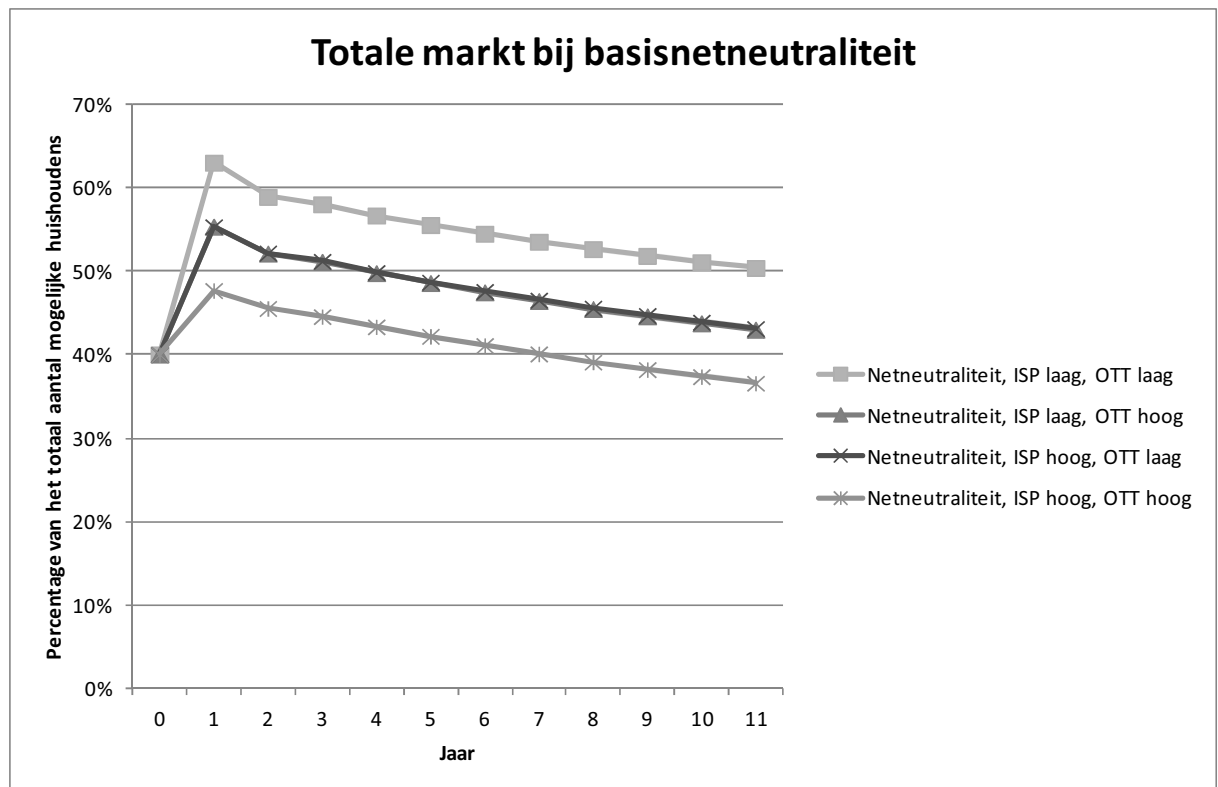
Hier zijn twee verklaringen voor te vinden. De eerste heeft te maken met het vertragen van de churn van klanten. Initieel zal het aantal klanten dat wil overstappen van service provider zeer groot zijn bij de ISP en laag bij de OTT (een percentage van een groot aantal klanten zal uiteraard groter zijn dan datzelfde percentage uit een kleine klantenbasis). Naarmate de klantenbasis van de OTT uitbreidt en deze van de ISP daalt, zal het aantal klanten dat overstapt ook kleiner worden. Hier tegenover staat de tweede reden: de congestiekost. Naarmate de congestie stijgt, zal de congestiekost groter worden. Dit resulteert in een daling van de totale markt. De verklaring voor deze vraag is dus dat het aantal klanten dat overstapt van de ISP naar de OTT kleiner wordt dan het verlies aan klanten door congestie. Als dit zich verder voortzet, zal ook de OTT zijn inkomsten zien dalen.

* *Wat zijn de knikken in het begin van de curve van de strategiesets voor de OTT?* [Figuur 30]:

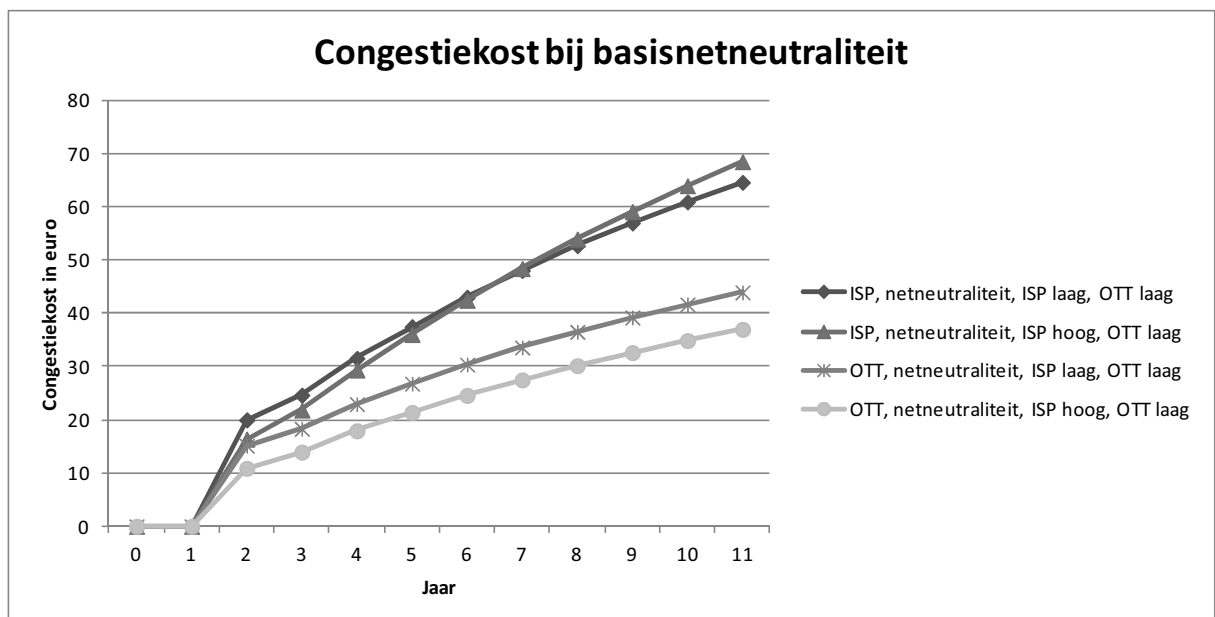
Deze knikken worden veroorzaakt door het ontstaan van congestie. Figuur 32 toont aan dat de congestiekost voor beide spelers voor de strategieset LL hoger is dan voor strategieset HL in de eerste jaren. De hogere congestiekost voor strategieset LL doet de totale markt sterker dalen in het tweede jaar (jaar twee, want de congestiekost wordt toegekend via de congestie van het jaar ervoor) waardoor beide strategiesets het jaar erop ongeveer evenveel klanten hebben.

* *Het totale eindpercentage klanten verschilt per strategieset* [Figuur 26]:

Het verloop van de totale markt is te vinden in Figuur 31. Hierop is te zien dat het aantal klanten waarmee gestart wordt op jaar één verschilt naargelang de reactie van de markt op de nieuwe prijzen. Daarnaast is er nog de invloed van de congestiekost die verschilt in elke strategieset. De invloed hiervan is echter gering omdat het verschil tussen de totale congestiekost van beide spelers in de verschillende strategiesets ook klein is: 13 euro tussen HH en LL, maar slechts 1 euro tussen HL en LH.



Figuur 31 Verloop van de totale markt voor het basisscenario



Figuur 32 Congestiekost per jaar voor het basisscenario

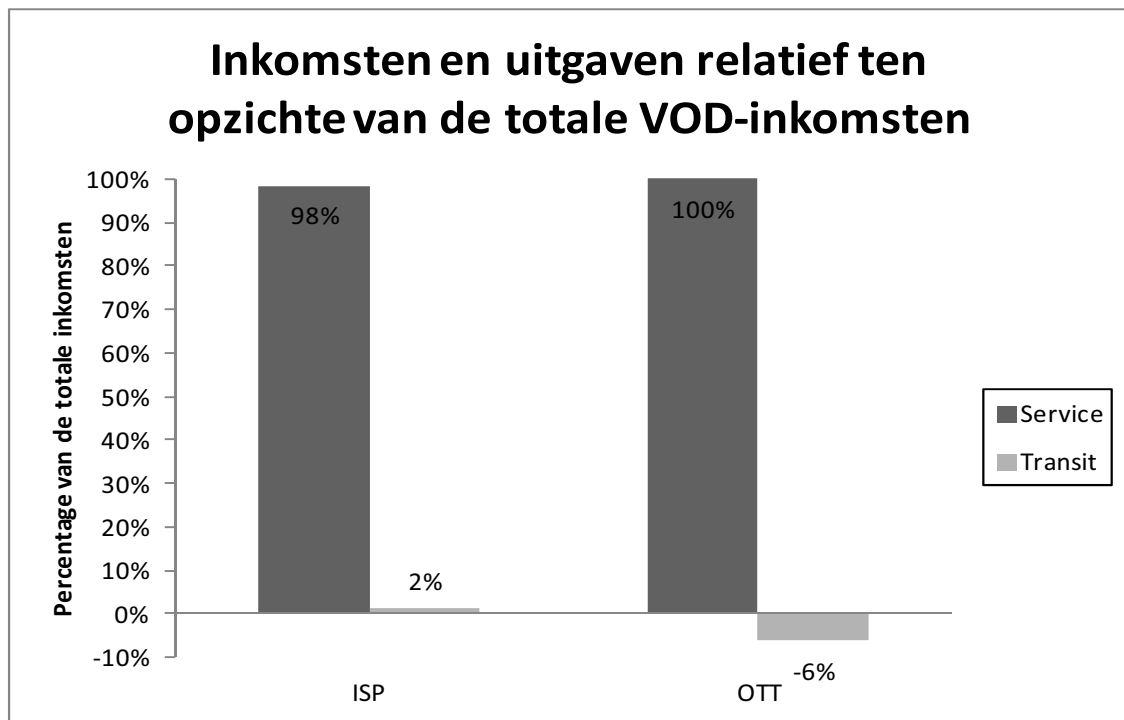
* In Hoofdstuk 4 werd uitgelegd dat de congestiekost afhankelijk is van de prijszetting van de speler. Waarom is het dan de laagste prijs die initieel de grootste congestiekost voortbrengt bij de ISP? [Figuur 32]:

De congestiekost is inderdaad afhankelijk van de prijs van de speler, maar dit is niet de enige afhankelijkheid. De congestiekost wordt ook bepaald aan de hand van de aanwezige bandbreedte per persoon (zie 4.3.2.1.2), welke mede wordt bepaald door het aantal klanten. Zoals te zien is in Figuur 29 zijn er initieel meer klanten voor de strategieset LL. Dit resulteert in een kleinere aanwezige bandbreedte per persoon en dus een grotere congestiekost. Na enkele jaren valt het wel op te merken dat de strategieset met hoge prijs voor ISP diezelfde strategieset met lage prijs inhaalt

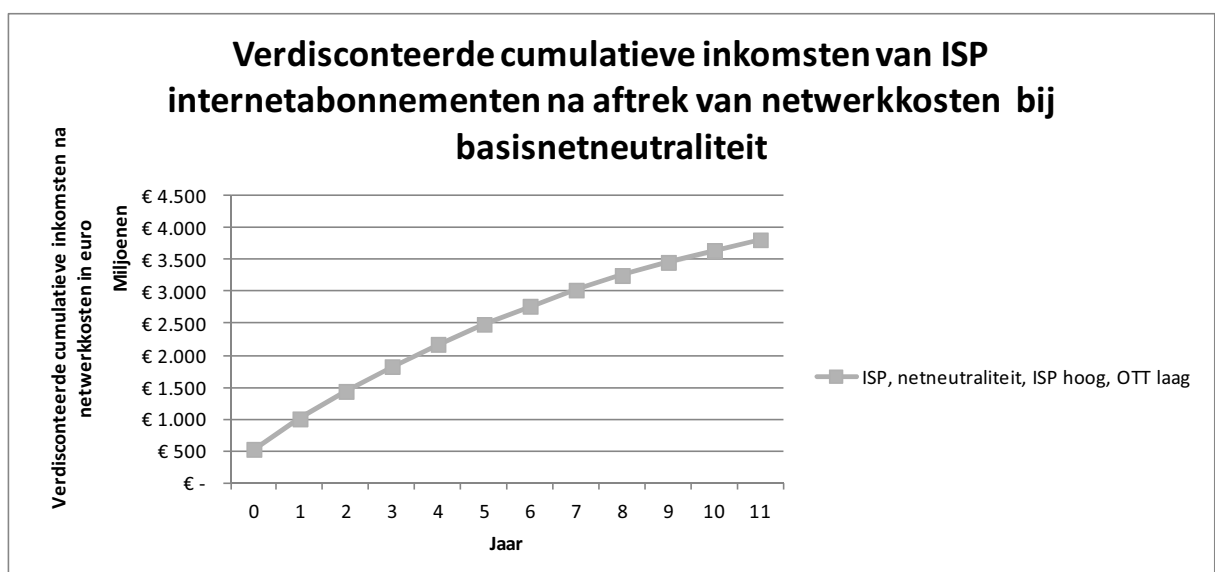
voor de congestiekost. De reden hiervoor is dat de hogere prijs van de ISP ervoor zorgt dat de exponentiële functie waarmee de congestiekost berekend wordt sneller stijgt (zie 4.3.2.1.2). De klanten zullen m.a.w. sneller ontevreden zijn over de congestie omdat zij meer moeten betalen.

* Wat is het aandeel van de verschillende inkomsten en uitgaven in de NAW? [Figuur 26] :

Dit wordt weergegeven in Figuur 33. Hierin valt op dat de transitkost slechts een kleine invloed heeft op de inkomsten van beide spelers.



Figuur 33 Percentage van de inkomsten en uitgaven relatief ten opzichte van de verdisconteerde cumulatieve inkomsten



Figuur 34 Verdisconteerde cumulatieve inkomsten van de ISP van internetabonnementen na aftrek van de kosten voor het onderhoud van het netwerk.

** Kan de ISP zijn netwerkkosten financieren met enkel zijn internetabonnementen? [Figuur 34]:*

Uit Figuur 34 valt af te leiden dat de ISP inderdaad zijn netwerk kan onderhouden met enkel de inkomsten van zijn internetabonnementen. De ISP moet jaarlijks ongeveer 94 miljoen euro onderhoudskosten betalen voor zijn netwerk. Enkel de grafiek voor het Nash-evenwicht wordt hier weergegeven, omdat de andere strategiesets een identiek verloop hebben wegens het constant aantal klanten voor de internetabonnementen.

5.2.4 Conclusie

Uit de basisresultaten kunnen al verschillende conclusies getrokken worden:

- De reactie van de markt op de verandering van de gemiddelde prijs voor de VOD-service in het startjaar wordt verzwakt door de grotere congestie die de extra klanten meebrengen.
- De optimale prijskeuze is afhankelijk van de prijskeuze van de andere speler.
- Het verlies van klanten door de congestiekost resulteert in dalende/stagnerende winstmarges in de laatste jaren.
- De transitkost heeft geen grote invloed op de NAW van beide spelers.
- De ISP kan gemakkelijk zijn onderhoudskosten betalen met de internetabonnementen indien hij niet aan uitbreiding doet of DPI-apparatuur installeert.
- De aanname dat de ISP start met 100% marktaandeel heeft een significante invloed op de keuze van zijn strategie en moet verder onderzocht worden (zie 6.2.2).

In de spelmatrix in Figuur 26 geeft het Nash-evenwicht voor de NAW aan dat ISP opteert voor een hoge prijs, terwijl de OTT aan een lage prijs de voorkeur geeft. De regulator zou echter verkiezen dat beide spelers een zo laag mogelijke prijs aanbieden zodat klanten beide kunnen kiezen aan een lage prijs, zoals het Nash-evenwicht voor het aantal klanten aantoont. Aangezien het Nash-evenwicht voor de NAW echter aanduidt dat de ISP een hoge prijs verkiest, moet de regulator ingrijpen om van beide spelers een lagere prijs te bekomen. Verder is het belangrijk dat er een oplossing komt voor de congestie aangezien de congestiekost zorgt voor een totale marktdaling van 12% over 10 jaar.

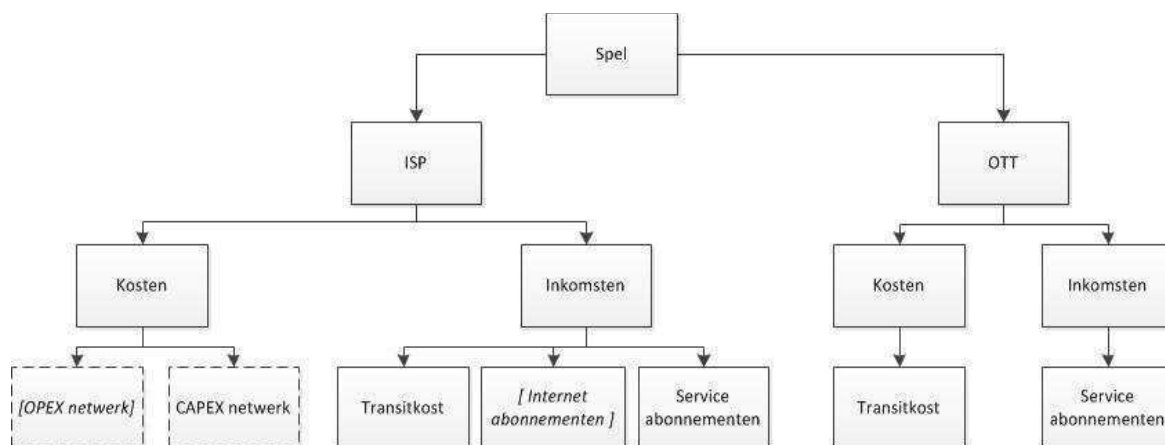
5.3 Netwerkuitbreiding

5.3.1 Scenario

De ISP zal in dit scenario investeren in het netwerk om congestie tegen te gaan. Aangezien dit een NN-scenario is, zal de ISP de datastromen van beide spelers gelijk behandelen.

5.3.2 Verwachtingen

De veranderingen in de inkomsten en kosten van de spelers worden herhaald in Figuur 35.



Figuur 35 Overzicht van de inkomsten en uitgaven voor beide spelers in het netwerkuitbreidingsscenario

Zoals weergegeven in de figuur zal de ISP nu wel een deel van zijn netwerkkosten moeten betalen, nl. het deel voor de netwerkuitbreiding. Hoe deze bepaald wordt, werd uitgelegd in 4.4. In Tabel 5 staat de invloed van deze netwerkuitbreiding.

Speler	Strategie	Impact
Scenario	Netwerkuitbreiding	Geen congestiekost en dus ook geen klantenverlies door congestie, grote netwerkinvestering voor de ISP

Tabel 5 Impact van het scenario bij netwerkuitbreiding

De prijzen worden hier niet meer vermeld, omdat de impact ervan gelijkaardig is aan hun effect in het basisscenario.

Het verdwijnen van de congestiekost zal ervoor zorgen dat beide spelers meer klanten behouden. Uit de resultaten zal blijken of dit een invloed heeft op het Nash-evenwicht. De invloed van de afwezigheid van congestie zal pas merkbaar zijn indien er genoeg verschil is tussen het finale aantal klanten van het basisnetneutraliteitsscenario en het uitbreidingsscenario. Aangezien de congestiekost initieel niet hoog is, zal het verschil in klanten in de eerste jaren niet zo groot zijn. Vermits de invloed van de inkomsten groter is in de eerste jaren wegens de verdiscontering van de geldstromen bij het berekenen van de NAW, wordt verwacht dat de netwerkuitbreiding geen grote invloed zal hebben op de inkomsten van de ISP en de OTT.

Daarbij komt dat de ISP zijn netwerkuitbreiding wil kunnen bekostigen met zijn VOD-inkomsten, omdat deze de grootste verbruikers zijn van de bandbreedte. Aangezien de inkomsten van de ISP in Figuur 28 steeds boven 50 miljoen euro liggen, lijkt dit een haalbare optie. Er wordt dus verwacht dat de keuzes van de strategieën opnieuw in gebied 3 zullen liggen in Tabel 6. Voor de ISP zal de netwerkuitbreiding bij elke prijskeuze gelijk blijven en dus geen invloed hebben op het Nash-evenwicht. Aangezien verwacht wordt dat de afwezigheid van congestie weinig invloed zal hebben op de totale inkomsten, zal de keuze van de ISP bij de hoge prijs blijven. Voor de OTT heeft de afwezigheid van congestie tot gevolg dat deze meer klanten zal hebben. Het hoger aantal klanten kan ervoor zorgen dat de OTT zijn prijs hoger zal zetten. Dit kan gebeuren omdat de OTT het verlies aan klanten door de hogere prijs nu eventueel wel kan opvangen met de extra inkomsten van de hoge prijs, in tegenstelling tot het basisnetneutraliteitsscenario. Toch moet hierbij opgemerkt worden dat het verschil door de congestiekost pas in de latere jaren gemaakt wordt en dat die

laatste jaren minder invloed hebben door de verdiscontering. Daarom wordt de verwachting behouden dat de OTT zijn prijs laag zal leggen omdat deze zo meer klanten zal aantrekken.

ISP	Scenario	Netwerkuitbreiding	
	Prijs	Hoog	Laag
OTT Prijs	Hoog	1	2
	Laag	3	4

Tabel 6 Spelmatrix voor de verwachtingen bij netwerkuitbreiding

5.3.3 Resultaten

		ISP	Netwerkuitbreiding			
			H		L	
OTT	Netto actuele waarde	H	€ 1.051.390.686	€ 290.360.501	€ 935.398.458	€ 287.445.109
		L	€ 982.686.532	€ 308.098.970	€ 874.747.778	€ 314.365.057
	Percentage klanten	H	27,52%	20,12%	35,80%	19,49%
		L	22,21%	33,08%	29,99%	32,94%

Figuur 36 Spelmatrix voor netwerkuitbreiding

Nash:

- NAW: HL
- # klanten: LL

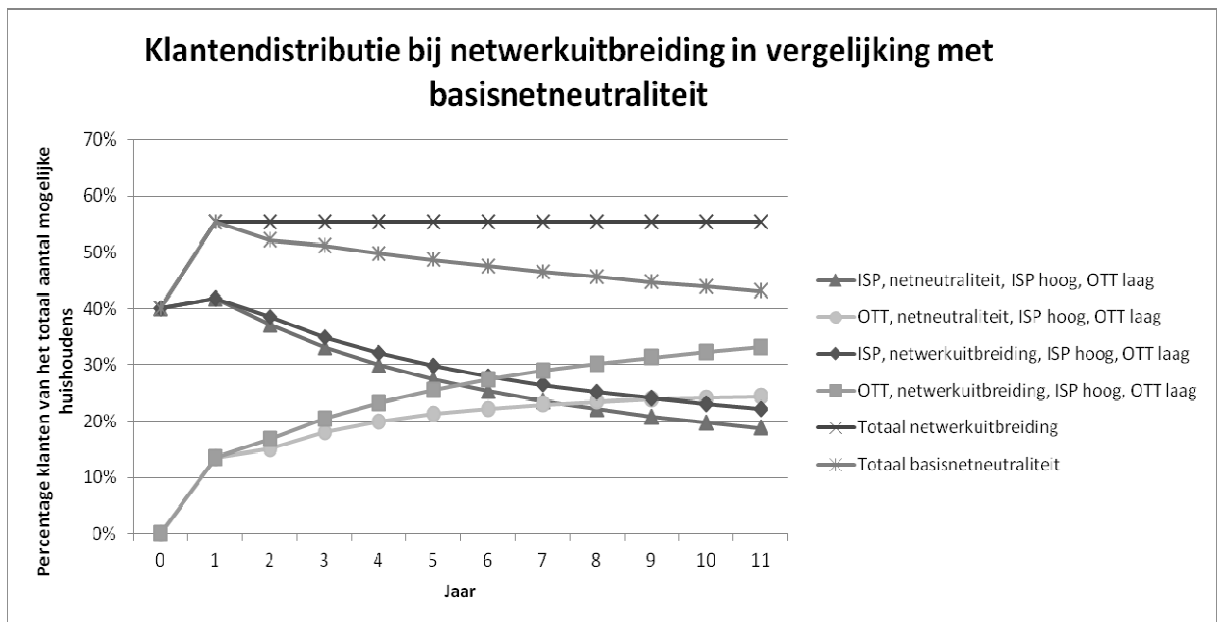
Pareto:

- NAW: HH, HL en LL
- # klanten: HL, LL en LH

Vragen en opmerkingen bij de resultaten:

* *Waarom ligt het Nash-evenwicht bij HL?* [Figuur 36]:

Zoals verwacht is de invloed van de afwezigheid van congestie niet sterk genoeg om het aantal klanten zodanig te doen stijgen dat er een effect is op de keuze van de strategieën van de spelers (zie ook sensitiviteitsanalyse van de congestiekost in sectie 6.2.5). In Figuur 37 wordt het aantal klanten bij de Nash-evenwichten voor netwerkuitbreiding en basisnetneutraliteit vergeleken. Het totaal aantal klanten bij netwerkuitbreiding daalt niet meer door de afwezigheid van congestie. Voor beide spelers stijgt het aantal klanten dat zij hebben, maar omdat dit in elke strategieset geldt en het verschil vooral in de latere jaren groot wordt, zal dit voor de strategiekeuze niet zo'n grote invloed zijn. De grootste invloed voor het scenario zit in het aantal klanten, zoals duidelijk blijkt uit de vergelijking van het totale aantal klanten in Figuur 37.



Figuur 37 Klantendistributie bij netwerkuitbreiding in vergelijking met netneutraliteit

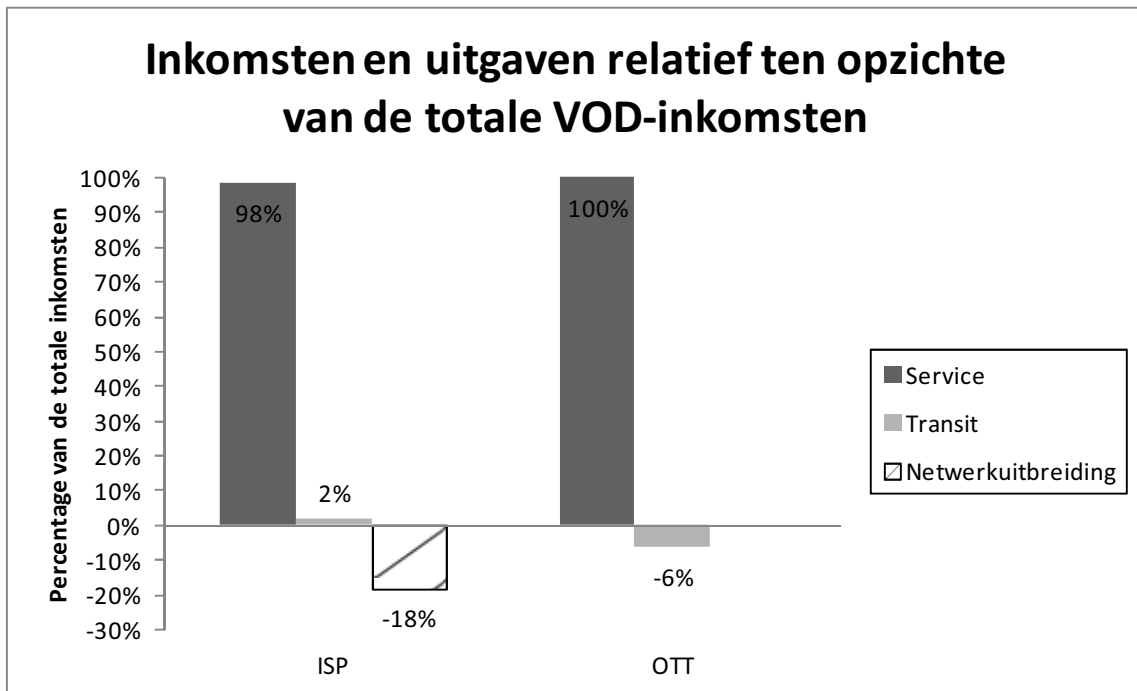
* *Waarom lijkt de OTT meer klanten te winnen dan de ISP in dit scenario in vergelijking met basisnetneutraliteit?* [Figuur 37]:

In dit scenario is er geen congestie meer. Daarom zal de groei van de OTT niet meer afgezwakt worden door het verlies van klanten door de congestiekost. Voor de ISP geldt dit ook. Daarom zal deze elk jaar meer klanten overhouden. Als gevolg hiervan zullen er ook meer klanten zijn die kunnen overstappen naar een andere provider. Aangezien het verschil tussen de twee prijzen van de spelers groot is (strategieset HL), zullen alle vrije klanten overstappen naar de OTT (zie 4.3.2.1.3). De OTT zal dus sneller groeien en niet langer afgeremd worden door een verlies van totaal aantal klanten.

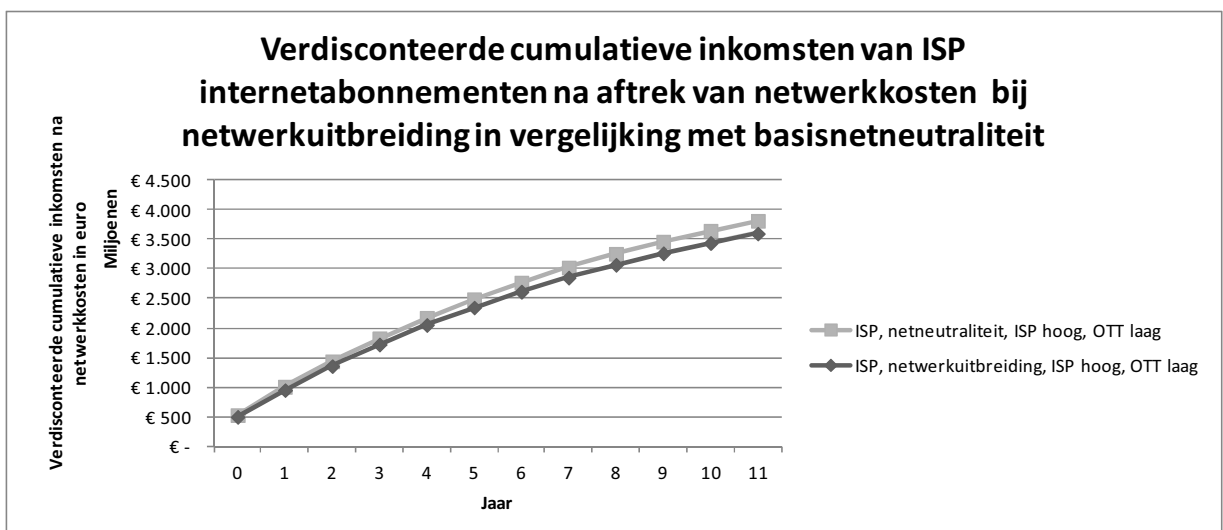
* *De NAW van de ISP is duidelijk gedaald in vergelijking met basisnetneutraliteit. Hoe groot is de netwerkuitbreidingskost in vergelijking met de inkomsten van de service?* [Figuur 36]:

Het antwoord op deze vraag is te vinden in Figuur 38. Daarop is te zien dat de kost voor netwerkuitbreiding kan gedekt worden met ongeveer 20% van de inkomsten. Dit wil zeggen dat de ISP de netwerkuitbreiding zelfs kan dragen met de inkomsten van zijn VOD-service alleen. Ter vergelijking wordt de invloed van de netwerkuitbreiding ook geïllustreerd ten opzichte van de internetinkomsten in Figuur 39. Daarop is duidelijk te zien dat de netwerkuitbreiding die nodig is bijna geen effect heeft op de inkomsten. Het argument van de ISP's dat zij de netwerkuitbreiding niet langer kunnen betalen (zie Hoofdstuk 1), is niet geldig met de kosten die hier gekozen werden (zie 3.2.5 en 4.4). Wel moet indachtig gehouden worden dat dit niet de enige soort uitbreiding is. Het aanleggen van nieuwe fiber is bijvoorbeeld zeer duur wegens de graafwerken die ermee gepaard gaan. In eerder onderzoek (OASE, 2013) bleek dat de investering voor het uitrollen van FTTH (Fiber To The Home) slechts na 20 jaar teruggewonnen wordt. Het al dan niet weerleggen van het argument van de ISP's is dus afhankelijk van het soort uitbreiding dat ondernomen wordt om congestie tegen te gaan. Indien de congestie zich in de verbinding tussen de optische node en het huis zelf bevindt (zie Figuur 3 en Figuur 4 voor afbeeldingen van het netwerk), eerder dan in de verbinding van de *head end* naar de node, dan zal er fiber moeten aangelegd worden en zullen de

kosten veel hoger liggen. Daarom wordt in Hoofdstuk 6 gekeken naar de impact van de kost van de netwerkuitbreiding.



Figuur 38 Aandeel van de inkomsten en uitgaven bij netwerkuitbreiding



Figuur 39 Verdisconteerde cumulatieve inkomsten van de ISP door internetabonnementen na aftrek van netwerkkosten bij netwerkuitbreiding in vergelijking met basisnetneutraliteit

5.3.4 Conclusie

In dit scenario blijft hetzelfde Nash-evenwicht behouden als in het basisnetneutraliteitsscenario, maar het is vooral het scenario en niet de strategieën die hier van belang zijn. Door de afwezigheid van congestie wordt de volledige klantenbasis behouden. Dit resulteert in hogere inkomsten voor de OTT. De ISP verliest echter inkomsten wegens de investering die gemaakt wordt in de

netwerkuitbreiding. Deze investering kan volledig terugbetaald worden met de VOD-inkomsten en dus zeker ook met de inkomsten van de internetabbonementen.

Voor de regulator is dit duidelijk een goed scenario: de congestie wordt opgelost, de markt behoudt het aantal klanten en de OTT neemt het grootste deel van de klanten voor zich met een lage prijs. Aangezien het voor de ISP niet voordelig is om de investering te maken, zal deze niet uit eigen beweging onmiddellijk zijn netwerk uitbreiden. Het is pas wanneer het aantal extra klanten dat behouden wordt genoeg inkomsten opbrengt, dat de ISP netwerkuitbreiding zal overwegen.

Onder basisnetneutraliteit was het Nash-evenwicht de strategieset HL. Met die strategieset lijdt de ISP echter een groot verlies aan klanten (zie Figuur 29). Er kan dus verwacht worden dat de ISP zijn prijs zal laten zakken om dit klantenverlies tegen te gaan. Bij basisnetneutraliteit en strategieset LL heeft de ISP nog steeds meer inkomsten dan bij het uitbreiden van het netwerk onder strategieset HL en behoudt hij ook meer klanten (vergelijk Figuur 26 en Figuur 36). Hij kan het verlies van klanten en het uitbreiden van het netwerk beide tegelijk uitstellen door een lage prijs te nemen in het basisnetneutraliteitsscenario.

Als conclusie kan dus gesteld worden dat de ISP onder verplichte NN en met de aangenomen parameters eerder zijn prijs zal laten zakken om zijn klantenverlies tegen te gaan, dan het netwerk uit te breiden. Dit zal hem immers meer winst opleveren. Daarom is het voor de regulator aangewezen om ook extra stimulans in de wetgeving op te nemen voor netwerkuitbreiding. Het netwerkuitbreidingsscenario is immers het voorkeursscenario van de regulator want:

- Er is een oplossing voor congestie.
- De markt daalt niet langer.
- De speler met de laagste prijs neemt het grootste marktaandeel.

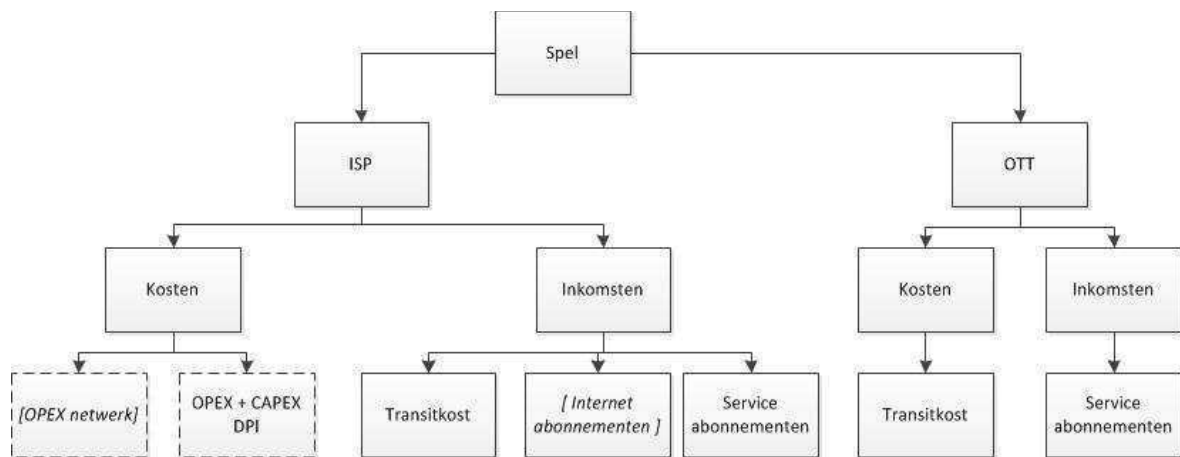
5.4 Dominante ISP

5.4.1 Scenario

Dit scenario start vanuit de veronderstelling dat de wetgeving geen netneutraliteit eist. De ISP kan dus datastromen onderscheiden op basis van wie het gebruikt of verzonden heeft door DPI-apparatuur te installeren. Hier laat de ISP zijn macht gelden en domineert hij de OTT door de eigen klanten voor te nemen op die van de OTT. Op die manier stijgt de congestie bij de OTT, terwijl de congestie bij de ISP minimaal blijft.

5.4.2 Verwachtingen

De uitgaven en inkomsten van de spelers worden opnieuw weergegeven in Figuur 40.



Figuur 40 Overzicht van de inkomsten en uitgaven voor beide spelers in het dominante ISP scenario

Zoals vermeld in 5.2.2 worden ook hier de kosten voor het netwerk niet opgenomen in de NAW voor de VOD-dienst. Deze worden immers eerst betaald met de internetabonnementinkomsten. De kosten voor het installeren en onderhouden van de DPI-apparatuur worden wel meegerekend, omdat het ontstaan van congestie voornamelijk veroorzaakt wordt door het toenemend videogebruik. Het is dan ook logisch dat de inkomsten van videogebruik de oplossing voor de congestie en winstverlies bekostigen.

Naast de kosten voor DPI, zal ook het scenario een invloed hebben op de spelers. Dit wordt weergegeven in Tabel 7.

Speler	Strategie	Impact
Scenario	Dominante ISP	Toenemende congestieprijs die voor klantenverlies zorgt, verlaagde congestiekost voor de ISP, extra congestiekost voor de OTT omdat de ISP de eigen klanten voorneemt, extra investeringskost in DPI-apparatuur voor de ISP

Tabel 7 Impact van het scenario bij het dominante ISP scenario

De congestie is hier de belangrijkste speler. De ISP zal de eigen klanten voorrang geven waardoor de congestie voor zijn klanten minimaal zal blijven, terwijl de congestie voor de OTT klanten zeer snel zal toenemen. Indien de congestie ervoor zorgt dat de klanten minder dan 0,5 Mbps ontvangen (zie 4.3.2.1.2), zal de OTT uit de markt verdwijnen omdat zijn service onbruikbaar geworden is.

Uit de resultaten van basisnetneutraliteit bleek de NAW bij de strategieset HL te liggen. In dit scenario wordt dit ook verwacht. Voor de ISP is het nog steeds zo dat zijn initiële marktaandeel sterk meespeelt bij de keuze van zijn prijs en dat hij meer inkomsten zal binnenbrengen met een hogere prijs. De ISP zal in dit scenario minder snel klanten verliezen wegens de lagere congestie en mogelijks de markt monopoliseren. Een hoge prijs zal voor hem dus het meeste opbrengen.

De OTT zal voor een lage prijs opteren. Enerzijds zal dit helpen tegen de monopolisering van de ISP, omdat de lagere prijs meer klanten zal doen overstappen naar de OTT. Dit resulteert in minder klanten die voorrang krijgen en bijgevolg meer bandbreedte voor de OTT. Anderzijds zal het hoger aantal klanten door de lage prijs meer inkomsten opbrengen in de eerste jaren. Op die manier dekt de OTT zich deels in tegen het monopoliseren van de ISP. Het nadeel aan de lage prijs is dat het

totaal aantal klanten meer zal stijgen in het eerste jaar. Dit wil ook zeggen dat de ISP meer klanten zal hebben en er dus meer kans is dat de OTT geen bandbreedte zal overhouden.

De grote vraag in dit scenario is of de ISP de OTT uit de markt kan spelen en wanneer dit zou gebeuren. In het basisnetneutraliteitsscenario bleek de HL strategieset de voordeligste te zijn. Ook in dit scenario wordt dit als het beste scenario verwacht. Het Nash-evenwicht zal zich dus in gebied 3 situeren in Tabel 8.

ISP	Scenario	Dominante ISP	
	Prijs	Hoog	Laag
OTT Prijs	Hoog	1	2
	Laag	3	4

Tabel 8 Spelmatrix voor de verwachtingen bij het dominante ISP scenario

De impact van de DPI zal voornamelijk bepalen of de ISP hier meer verdient dan bij basisnetneutraliteit. Aangezien het aantal DPI-installaties bepaald wordt door het maximaal aantal verbruikte bandbreedte in de geanalyseerde periode, zal dit voor de verschillende strategiesets slechts weinig verschil maken. Het Nash-evenwicht van dit scenario zal hierdoor niet veranderen door de DPI-apparatuur, want de maximaal verbruikte bandbreedte blijft gelijk omdat de klanten niet meer kunnen verbruiken dan de maximale capaciteit van het huidige netwerk.

5.4.3 Resultaten

		ISP	Dominante ISP			
			H		L	
OTT	Netto actuele waarde	H	€ 1.320.421.073	€ 19.734.323	€ 1.278.335.833	€ 21.114.313
		L	€ 1.323.236.869	€ 25.564.414	€ 1.278.577.162	€ 27.797.184
	Percentage klanten	H	30,87%	0,00%	42,96%	0,00%
		L	30,87%	0,00%	42,96%	0,00%

Figuur 41 Spelmatrix bij dominante ISP

Nash:

- NAW: HL
- # klanten: LL en LH

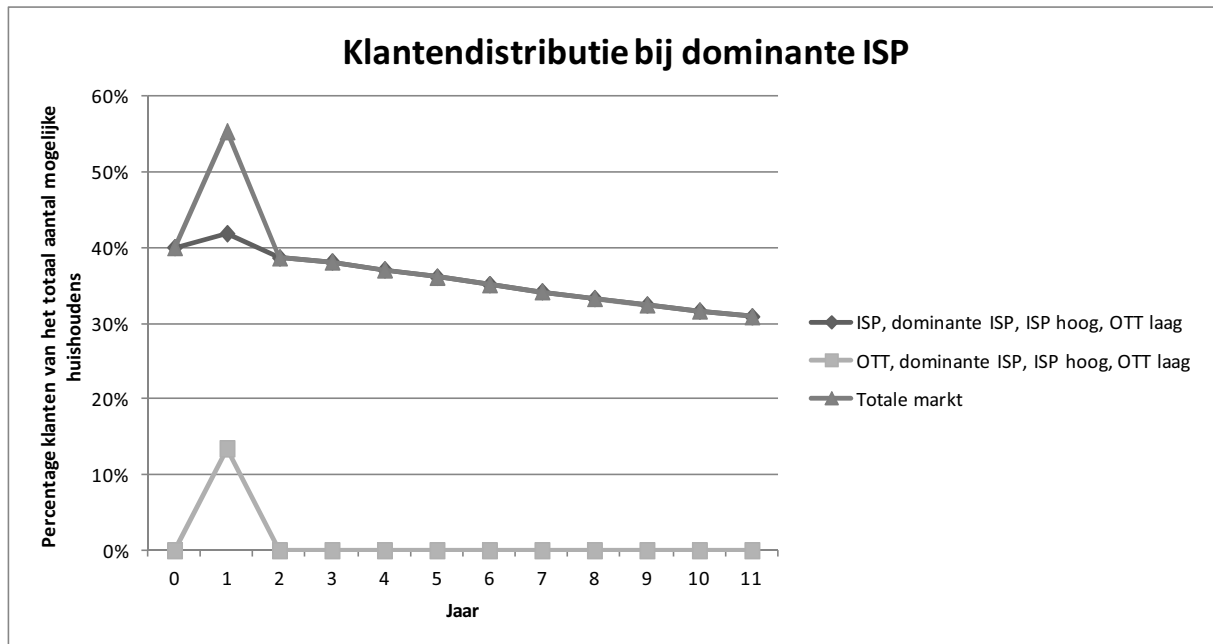
Pareto:

- NAW: HL en LL
- # klanten: LL en LH

Vragen en opmerkingen bij de resultaten:

* *Waarom heeft de OTT geen klanten meer?* [Figuur 41]:

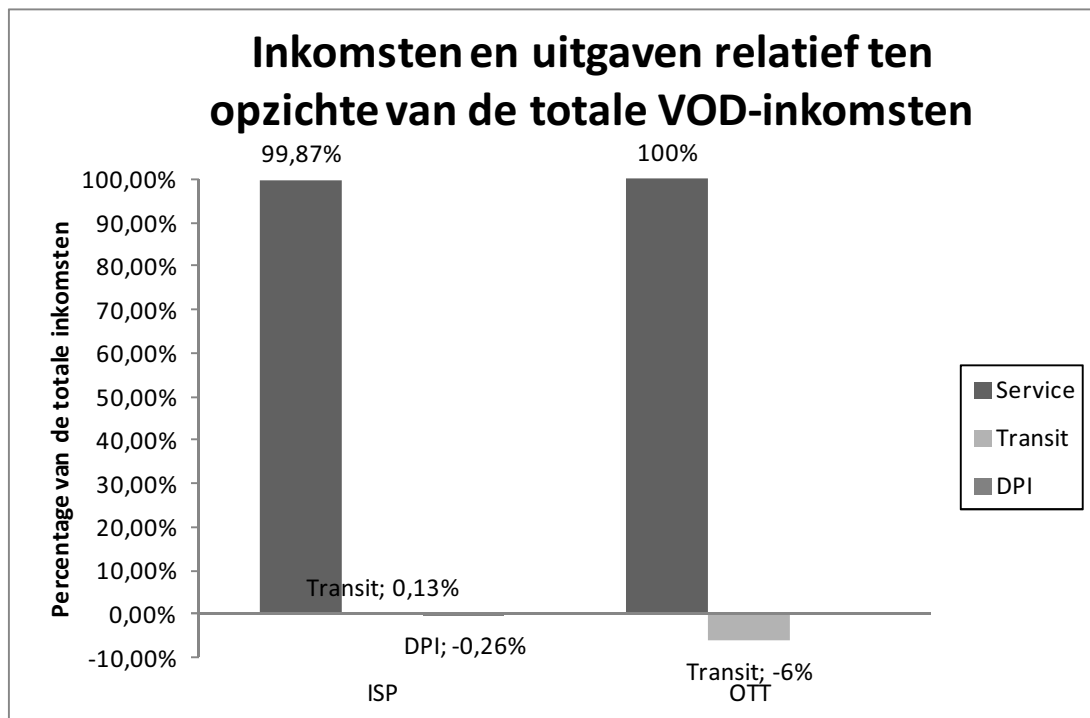
De verklaring hiervoor is dat de OTT in het tweede jaar zoveel congestie ondervindt dat de OTT uit de markt verdwijnt. De reden hiervoor is te vinden in de aanname dat het netwerk van de ISP overbelast is op het moment dat deze nog alleen de markt beheerst met 40% van het totale marktpotentieel. Eens de OTT erbij komt, groeit het marktpotentieel door zijn lagere prijs. In Figuur 42 wordt de klantendistributie voor het Nash-evenwicht weergegeven. In het eerste jaar groeit het aantal klanten van ISP. Als deze voorrang geeft aan zijn eigen klanten, wil dit zeggen dat er dan al geen bandbreedte meer over is voor de OTT om te gebruiken. Als gevolg zal de congestie voor de klanten van de OTT van onaanvaardbare kwaliteit zijn en zullen zij hun abonnement opzeggen en zich bij de ISP aansluiten. Met andere woorden, de ISP kan de OTT uit de markt spelen.



Figuur 42 Marktaandelen per jaar voor een dominante ISP in vergelijking met het basisscenario

* *Wat is de invloed van de DPI-installatie?* [Figuur 41]:

De DPI-apparatuur heeft een cumulatief verdisconteerde kost van ongeveer 3,5 miljoen euro. Dit is echter een geringe kost in vergelijking met de inkomsten. Figuur 43 geeft dit weer.



Figuur 43 Aandeel van de inkomsten en uitgaven bij een dominante ISP

* *Waarom ligt het Nash-evenwicht bij HL?* [Figuur 41]:

Door het uit de markt spelen van de OTT door de ISP is het voor de OTT noodzakelijk om zoveel mogelijk klanten voor zich te winnen. Met een lage prijs lukt dit het best en haalt de OTT meer winst op door het grotere aantal klanten. Verder is het voor de OTT ook interessant om meer klanten van de ISP weg te krijgen. De klanten van de ISP krijgen immers voorrang en de totaal ingenomen bandbreedte verkleint naargelang het aantal klanten van de ISP daalt.

* *Waarom zijn er twee Nash-evenwichten voor het aantal klanten?* [Figuur 41]:

Het aantal klanten voor de OTT kan niet meer afnemen, dus duidt het Nash-evenwicht twee strategiesets aan waarin de keuze van de OTT geen belang heeft. Het Pareto-evenwicht biedt daarbij dezelfde oplossingen aan, omdat beide equivalent zijn in hun uiteindelijke waarden.

5.4.4 Conclusie

Uit de resultaten van dit scenario is het duidelijk dat dit niet het gewenste scenario is voor de regulator. De ISP kan een monopolie creëren door de OTT uit de markt te spelen en neemt daarbij bovendien een hoge prijs aan. De ISP verliest wel nog steeds klanten omwille van congestie. Indien de ISP zijn klanten zou willen behouden, moet hij een investering maken die niet groter mag zijn dan de inkomsten die hij zou verkrijgen van deze extra klanten, want anders lijdt de ISP verlies. Dit zou overeenkomen met een investering van 13% van zijn NAW of 167 miljoen euro. In deel 5.3 bleek dat de netwerkuitbreiding 20% vormde van de NAW in het netwerkuitbreidingsscenario. Met 30 miljoen euro per jaar (zie 3.2.5 en 4.4) over 10 jaar is het duidelijk dat de netwerkinvestering groter is dan wat de ISP hiervoor bereid is te investeren.

Voor de ISP is dit echter een ideaal scenario. De DPI-apparatuur kan gemakkelijk betaald worden met de inkomsten van de VOD-service en de ISP heeft dus geen enkele reden om deze praktijk niet in te voeren. Het is dan ook aangewezen voor de regulator om dit scenario te vermijden en een vorm

van eerlijkheid te verplichten bij de verdeling van de bandbreedte. Het scenario biedt ook geen oplossing voor de toenemende congestie aangezien alle klanten al snel bij de ISP aangesloten zijn en congestie ondervinden.

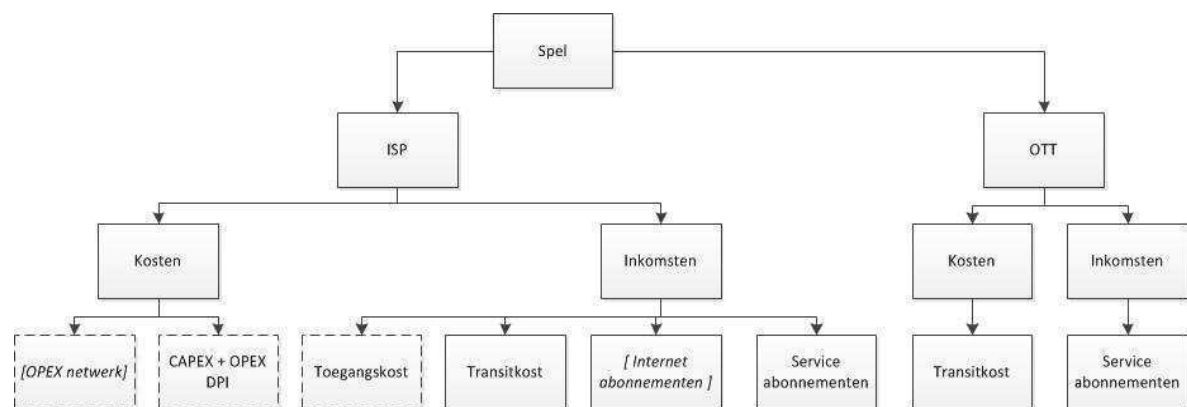
5.5 Toegangskost

5.5.1 Scenario

In het toegangskostscenario zal de klant extra moeten bijbetalen als ze de service van de OTT willen gebruiken in plaats van de service van de ISP. De ISP zal hiervoor DPI-apparatuur installeren en zal de klant 10% van de serviceprijs van de ISP doen bijbetalen indien hij de service van de OTT gebruikt. De verdeling van de bandbreedte verloopt hierbij eerlijk.

5.5.2 Verwachtingen

Wat het scenario precies van veranderingen teweeg brengt, is te vinden in Figuur 44 en Tabel 9.



Figuur 44 Overzicht van de inkomsten en uitgaven voor beide spelers bij toegangskost

Speler	Strategie	Impact
Scenario	Toegangskost	Toenemende congestieprijs die voor klantenverlies zorgt, extra toegangskost die de inkomsten van de ISP doet stijgen en het marktaandeel van de OTT negatief beïnvloedt, extra investeringskost in DPI-apparatuur voor de ISP

Tabel 9 Impact van het toegangskostscenario

Er wordt verwacht dat de toegangskost voldoende is om de DPI-apparatuur te betalen en dat de ISP meer winst maakt dan in het basisnetneutraliteitsscenario. Indien dit niet zo is, zou de ISP een groter percentage van de serviceprijs vragen. De netwerkkosten worden ook hier niet mee opgenomen in de NAW voor de VOD-dienst.

ISP	Scenario	Toegangskost	
	Prijs	Hoog	Laag
OTT Prijs	Hoog	1	2
	Laag	3	4

Tabel 10 Spelmatrix voor de verwachtingen bij toegangskost

In de spelmatrix is het logisch dat opnieuw de strategieset HL (gebied 3 in Tabel 10) als Nash-evenwicht verwacht wordt. Een hogere prijs resulteert in een hogere toegangskost en verkleint het prijsverschil tussen de ISP en de OTT. Daarom zal de ISP niet alleen meer klanten behouden, maar zal hij ook meer inkomsten terugkrijgen indien zijn klanten toch voor de OTT kiezen. Een lagere prijs zal echter wel voor een grotere stijging in de totale markt zorgen en daaruit volgt dat de ISP ook meer klanten zal krijgen en behouden. Bij het basisnetneutraliteitsscenario werd al duidelijk dat deze stijging in klanten niet opweegt tegen het prijsverschil. De OTT zal opnieuw opteren voor de lage prijs, want voor beide prijszettingen komt er een toegangskost bij en de lage prijs was bij basisnetneutraliteit al de geprefereerde strategie.

5.5.3 Resultaten

		ISP	Toegangskost			
			H		L	
OTT	Netto actuele waarde	H	€ 1.191.852.634	€ 196.722.368	€ 1.072.343.755	€ 205.947.437
		L	€ 1.194.033.519	€ 215.630.739	€ 1.089.764.884	€ 218.121.856
	Percentage klanten	H	22,27%	12,14%	28,75%	12,43%
		L	19,98%	20,62%	27,35%	20,95%

Figuur 45 Spelmatrix bij toegangskost

Nash:

- NAW: HL
- # klanten: LL

Pareto:

- NAW: HL en LL
- # klanten: LH en LL

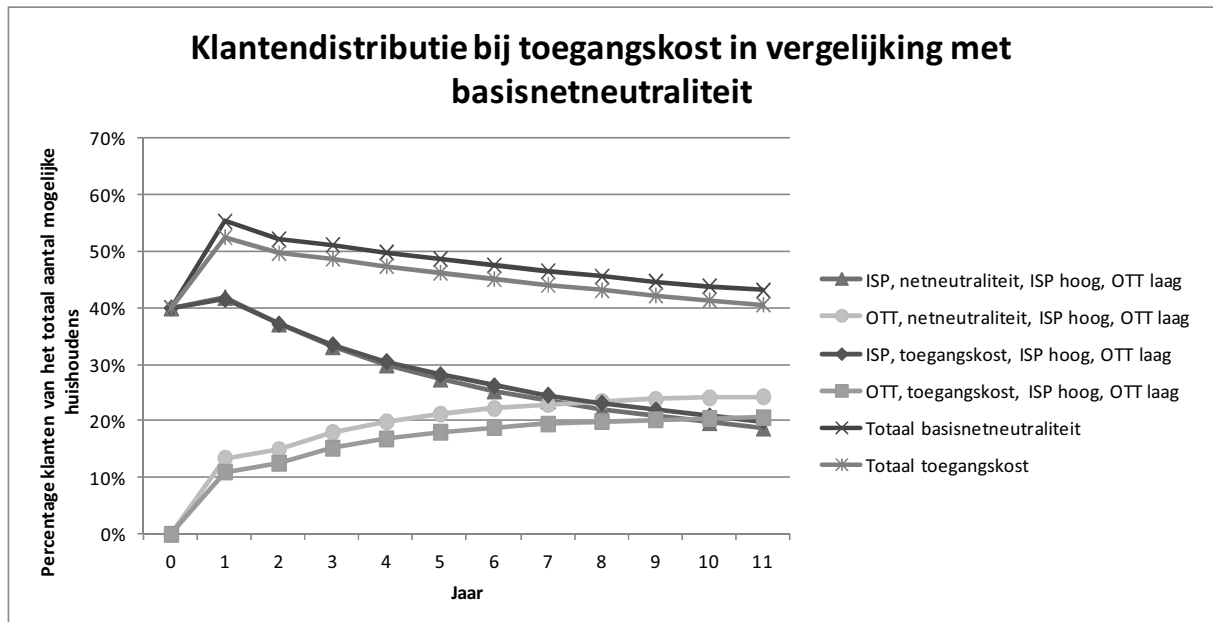
* *Waarom is het Nash-evenwicht HL?* [Figuur 45]:

Dit was reeds het Nash-evenwicht voor het basisscenario en nu is het voor de OTT zeker voordeliger om zijn prijs lager te plaatsen, omdat hij zo de verhoging van zijn prijs door de toegangskost teniet doet. De OTT zit hier op een punt waar het winnen van extra klanten zwaarder doorweegt op zijn inkomsten dan het verhogen van zijn prijs.

* *Wat is het effect van de toegangskost?* [Figuur 45]:

Zoals weergegeven in de vergelijking van de twee spelmatrices, Figuur 26 en Figuur 45, heeft de ISP een groter aandeel klanten behouden. De verklaring hiervoor is dat de toegangskost de marktprijs van de OTT negatief beïnvloedt en zo het prijsverschil tussen de twee spelers verkleint. Dit zorgt

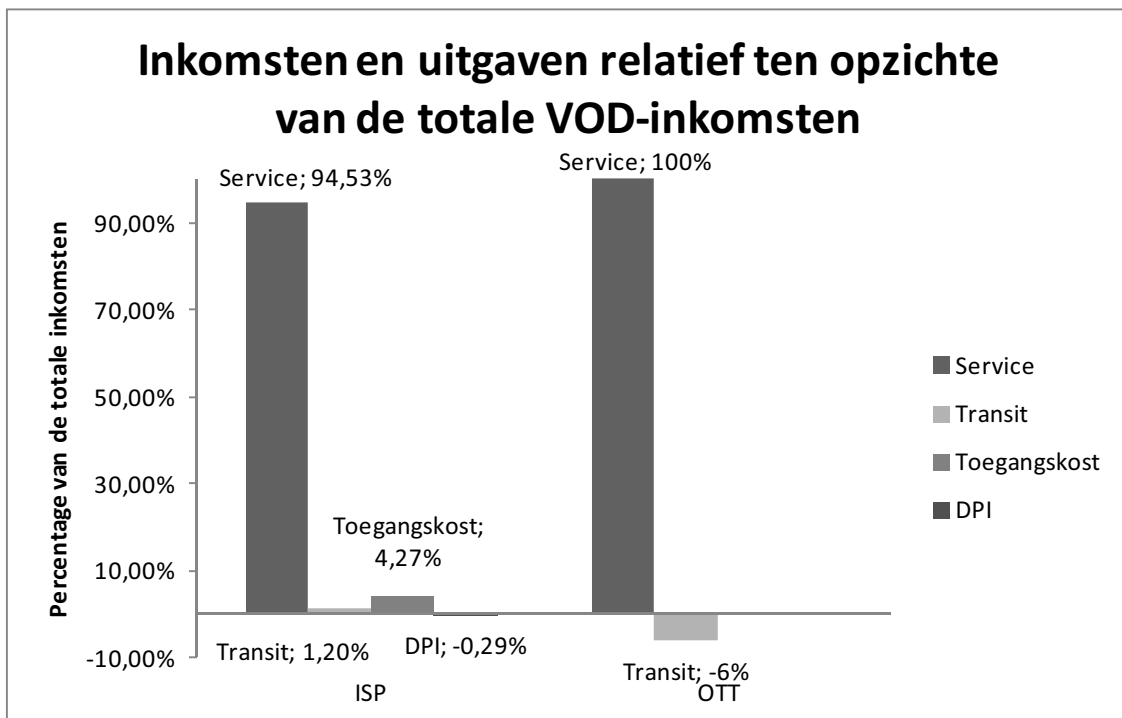
ervoor dat de ISP meer spelers behoudt. Verder doet het ook de inkomsten van de ISP stijgen. De invloed op de klantenbasis wordt weergegeven in Figuur 46. In die figuur valt het op dat het vooral de OTT is die klanten verliest omdat de totale markt minder groeit wegens zijn hogere prijs. De toegangskost is dus vooral een negatieve factor voor de OTT en in mindere mate een positieve factor voor de ISP.



Figuur 46 Marktaandeel per jaar voor toegangskost in vergelijking met het basisscenario

* Hoeveel stijgen de inkomsten voor de ISP door de toegangskost? [Figuur 45]:

Figuur 47 geeft aan wat het relatief belang is van de toegangskost. Zoals te zien is in de figuur, brengt de toegangskost niet veel bij aan de inkomsten. De OTT daarentegen verliest 16% van zijn inkomsten in vergelijking met het basisnetneutraliteitsscenario.



Figuur 47 Aandeel van de inkomsten en uitgaven voor toegangskost

5.5.4 Conclusie

Het toegangskostscenario lijkt geen goede oplossing voor de regulator. Voor de ISP is het zo dat deze meer inkomsten binnenbrengt, maar dit gaat vooral ten koste van de OTT en de klanten. De regulator zal daarom dit scenario niet verkiezen. Het scenario heeft immers een negatieve invloed op de prijzen en de competitie. Het is wel een betere oplossing dan het scenario met dominante ISP. De OTT kan nog steeds een deel van de markt bereiken en de ISP krijgt een deel extra inkomsten die in netwerkuitbreiding kunnen geïnvesteerd worden (51 miljoen euro). Het scenario biedt echter geen directe oplossing voor de congestieproblemen.

5.6 Voorkeursdistributie

5.6.1 Scenario

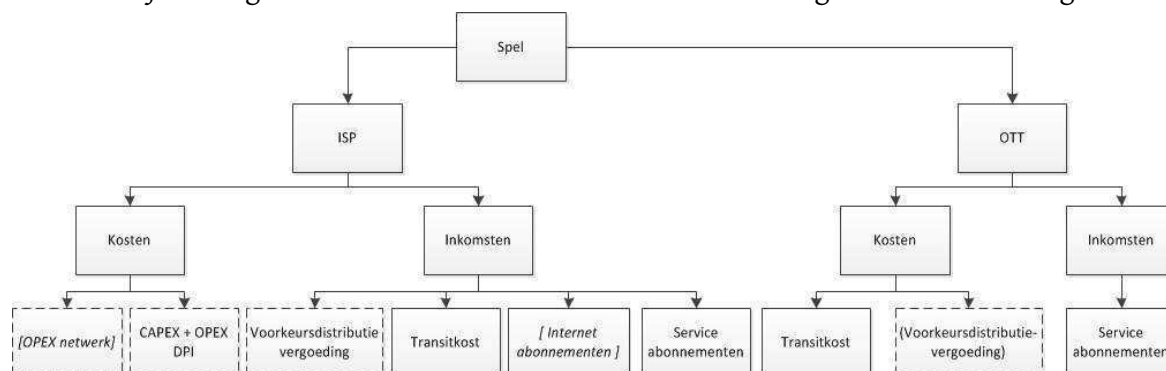
In dit scenario zal de ISP zijn aanwezige bandbreedte opdelen. 50% zal gebruikt worden als *best effort* netwerk, terwijl de andere 50% eerst onder klanten zal verdeeld worden die een VDV (Voorkeursdistributievergoeding) betalen. Indien het bandbreedteverbruik van de VDV-betalers minder inneemt dan de 50%, dan wordt de rest verdeeld over de gewone klanten. Om dit scenario te kunnen toepassen, moet de ISP DPI-apparatuur installeren. De kost van de VDV wordt bepaald door

de bandbreedte die de klanten extra krijgen bovenop hun gewoon abonnement. Deze vergoeding wordt berekend aan de hand van een willingness-to-pay functie (zie 3.4.2 en 4.3.2.2.5).

De OTT heeft in dit scenario een extra keuze. Hij kan ook voorkeursdistributie aanbieden, of net niet. Indien hij dit niet doet, zal hij een deel van de markt niet kunnen bereiken, nl. de klanten die bereid zijn om meer te betalen voor betere kwaliteit. Als de OTT wel voorkeursdistributie aanbiedt, zal hij dit op een andere manier aanpakken dan de ISP. In plaats van de klanten extra te laten betalen, zal hij de VDV voor zijn klanten betalen zodat deze een betere kwaliteit krijgen aan dezelfde prijs. De ISP geeft echter alleen weg wat er nog overblijft van de *managed lane*. Zodra de 50% volledig door de VDV-klanten van de ISP opgebruikt wordt, zal de OTT geen betere kwaliteit meer kunnen aanbieden. De OTT heeft dan enkel nog de belofte dat zijn kwaliteit beter zal zijn indien er bandbreedte vrijkomt van de *managed lane*.

5.6.2 Verwachtingen

Net zoals bij de vorige scenario's worden de extra inkomsten en uitgaven herhaald in Figuur 48.



Figuur 48 Inkomsten en uitgaven voor het voorkeursdistributiescenario

In deze figuur worden opnieuw de kosten voor het netwerk niet meegerekend in de NAW van de VOD-dienst. De kosten voor de DPI worden wel in beschouwing genomen. De impact van de inkomsten en uitgaven in het scenario wordt weergegeven in Tabel 11.

Speler	Strategie	Impact
OTT	Voorkeursdistributie	Verliest geen klanten die extra kwaliteit willen, maar extra kost voor voorkeursdistributie
OTT	Geen	Verlies aan VDV-klanten aan de ISP, geen extra kost voor voorkeursdistributie.
Scenario	Voorkeursdistributie	Sterk stijgende congestiekost voor niet-VDV-betalers, geen of minder congestiekost voor VDV-betalers, ISP kan congestie voor zijn eigen VDV-betalers lager houden omdat de ISP ze voorrang geeft op de klanten van de OTT, investeringskost en operatiekosten voor ISP in DPI-apparatuur

Tabel 11 Impact van de strategieën en het scenario bij voorkeursdistributie

Uit de impact van de veranderingen bij voorkeursdistributie kan afgeleid worden dat het voorkeursdistributiescenario waarbij enkel de ISP voorkeursdistributie kan aanbieden een beter

scenario zal zijn voor de ISP dan het andere geval. De ISP zal meer klanten behouden, omdat de VDV-klanten nergens anders terecht kunnen. Deze klanten zullen op zich dan ook weer extra inkomsten binnenbrengen omdat ze de VDV betalen. Indien de ISP kan beslissen over de voorkeursdistributie van de OTT, zal deze verkiezen dat de OTT geen voorkeursdistributie kan aanbieden. Het Nash-evenwicht zal in gebied 3 liggen in dit geval (in Tabel 12). Voor de OTT zal het omgekeerde gelden. Deze zal proberen zoveel mogelijk klanten te bereiken en zal dus ook voorkeursdistributie willen aanbieden. Zelfs al moet deze extra kosten maken om de VDV voor zijn klanten te betalen, dan zal dit niet opwegen tegen het verlies aan klanten en het daarmee gepaarde verlies aan abonnementsinkomsten. Voor het geval waar beiden voorkeursdistributie aanbieden, wordt het Nash-evenwicht in gebied 7 verwacht.

ISP	Scenario	Voorkeursdistributie enkel ISP		Voorkeursdistributie ISP en OTT	
	Prijs	Hoog	Laag	Hoog	Laag
OTT Prijs	Hoog	1	2	5	6
	Laag	3	4	7	8

Tabel 12 Spelmatrix voor de verwachtingen bij voorkeursdistributie

Een andere belangrijke factor is de hogere congestiekost voor de normale klanten. Dit leidt tot een snellere daling van de totale markt. De resultaten zullen uitwijzen hoe sterk deze reactie is en of de VDV deze daling –en ook de DPI-kost– zal opvangen. Indien dit niet zo is, zal de ISP dit scenario niet uitvoeren.

5.6.3 Resultaten

		ISP	Voorkeursdistributie enkel ISP			
			H		L	
OTT	Netto actuele waarde	H	€ 1.188.117.160	€ 163.249.409	€ 1.102.081.245	€ 154.455.768
		L	€ 1.164.155.263	€ 178.596.985	€ 1.095.998.089	€ 176.252.957
	Percentage klanten	H	21,81%	8,96%	30,29%	8,71%
		L	20,26%	15,85%	29,46%	16,20%

Figuur 49 Spelmatrix voor voorkeursdistributie voor enkel ISP

Nash:

- NAW: HL
- # klanten: LL

Pareto:

- NAW: HH en HL
- # klanten: LH en LL

		ISP	Voorkeursdistributie beide			
			H		L	
OTT	Netto actuele waarde	H	€ 1.154.490.248	€ 208.213.369	€ 1.039.290.101	€ 211.194.350
		L	€ 1.119.388.953	€ 226.237.385	€ 1.020.795.568	€ 237.701.821
	Percentage klanten	H	19,74%	12,03%	25,95%	12,12%
		L	17,63%	21,10%	24,48%	21,98%

Figuur 50 Spelmatrix voor voorkeursdistributie voor beide

Nash:

- NAW: HL
- # klanten: LL

Pareto:

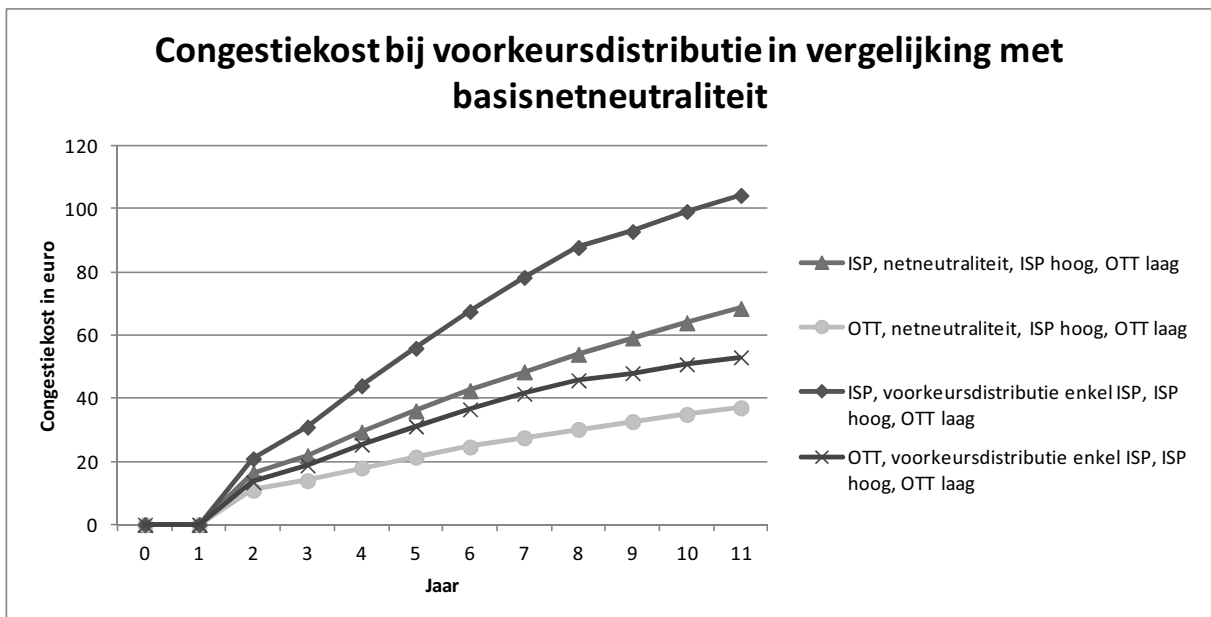
- NAW: enkel LH niet
- # klanten: LH en LL

**Waarom is er een groot verschil tussen het aantal klanten voor de OTT voor de voorkeursdistributiescenario's? [Figuur 49 en Figuur 50]:*

De OTT zal, in het geval waar enkel de ISP voorkeursdistributie aanbiedt, 24% van de markt niet kunnen bereiken omdat deze een betere verbinding wensen en enkel de ISP dit kan aanbieden. Dit is ook de reden waarom de ISP meer klanten heeft na 10 jaar dan bij basisnetneutraliteit en voorkeursdistributie voor beide spelers. Zowel in het basisnetneutraliteitsscenario, als in het scenario met voorkeursdistributie voor beiden, eindigt de OTT met meer klanten omdat hij dan wel toegang heeft tot de volledige markt.

** Waarom zijn er in totaal minder klanten na 10 jaar in vergelijking met basisnetneutraliteit? [Figuur 26, Figuur 49 en Figuur 50]:*

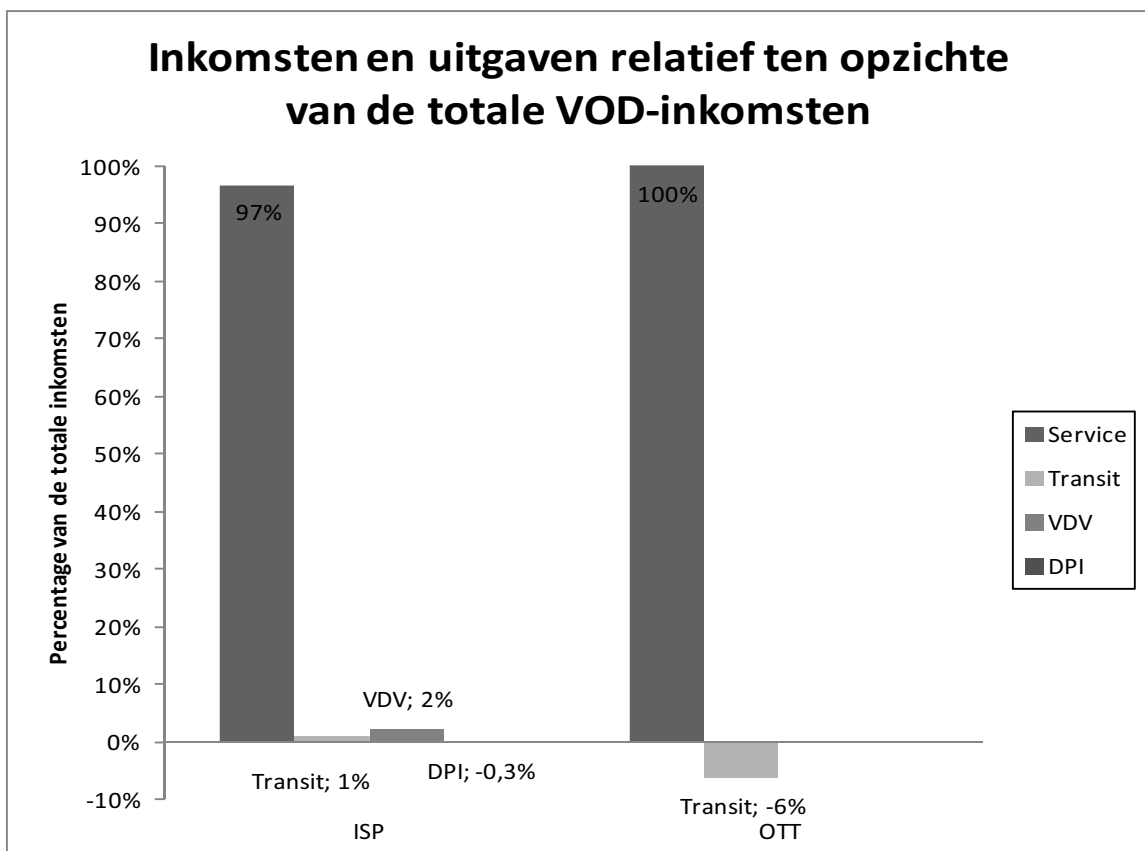
Dit is te verklaren door zowel de prijs van VDV als de grotere congestie voor de gewone klanten. Naarmate de nodige bandbreedte voor de VOD-dienst stijgt, ontstaat er meer congestie. In tegenstelling tot het basisscenario wordt de bandbreedte niet eerlijk verdeeld onder de klanten, maar krijgen de VDV-betalers voorrang tot zij 50% van de bandbreedte opgebruikt hebben. Hierdoor ondervinden de gewone klanten meer congestie en wordt de congestiekost groter. Dit heeft als invloed dat de totale markt sneller zal dalen. De congestiekost voor de normale klanten wordt weergegeven in Figuur 51. De VDV-betalers daarentegen ondervinden geen congestie. Zij vullen de volledige 50% van de bandbreedte op en indien dit niet genoeg is, wordt de rest van de nodige data verzonden via het *best effort* netwerk. Als dit netwerk nog genoeg bandbreedte kan voorzien per persoon, dan ondervinden de VDV-betalers geen congestie.



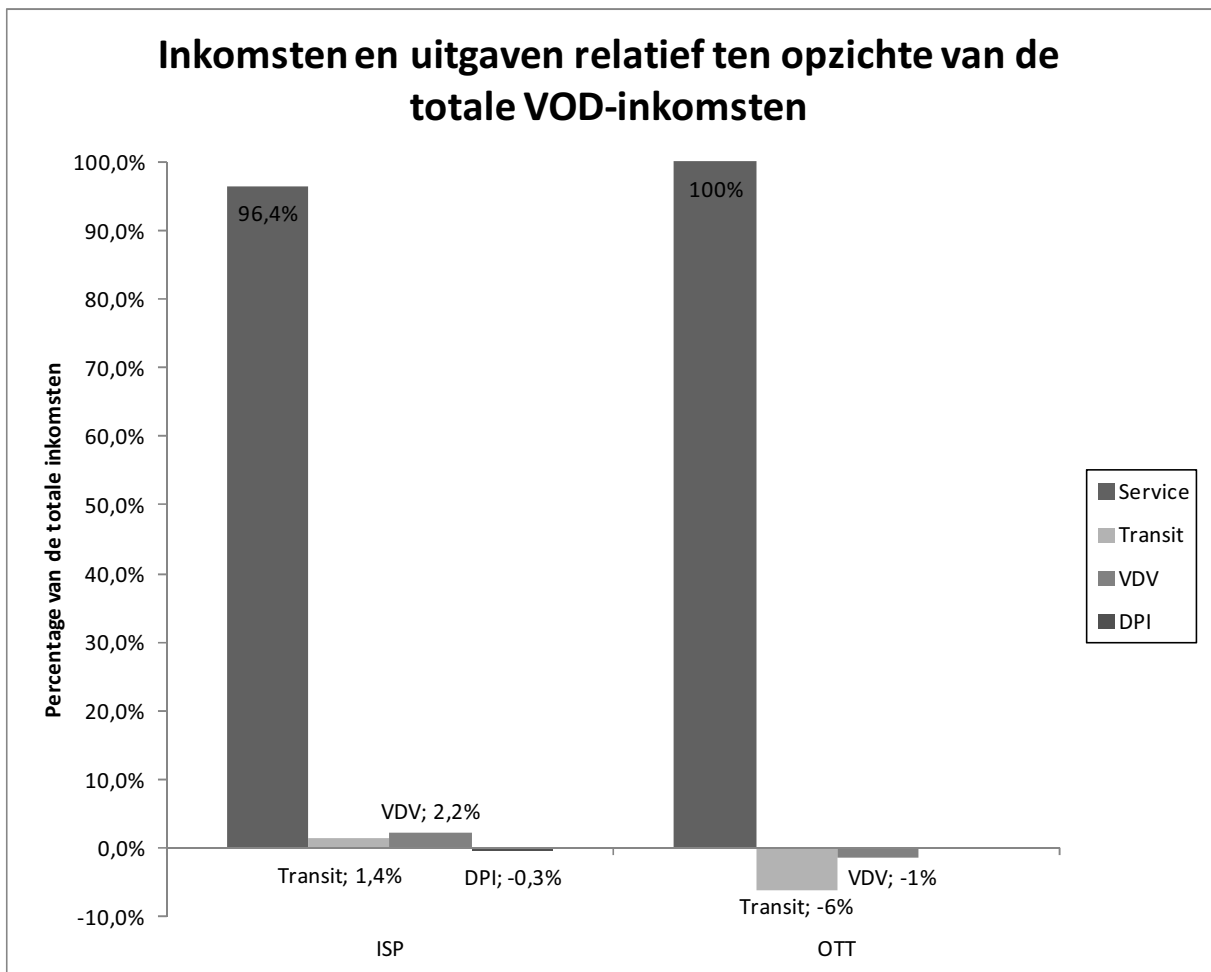
Figuur 51 Congestiekost bij voorkeursdistributie voor enkel de ISP in vergelijking met basisnetneutraliteit

* Hoeveel brengen de inkomsten van de VDV-betalers bij voor de ISP? [Figuur 49 en Figuur 50]

De inbreng in beide voorkeursdistributiescenario's is te zien in Figuur 52 en Figuur 53. Het is duidelijk dat het aanbieden van voorkeursdistributie een gering effect heeft op de opbrengsten van beide spelers.



Figuur 52 Bijdrage van de verschillende inkomsten relatief ten opzichte van de verdisconteerde cumulatieve inkomsten waarbij enkel de ISP voorkeursdistributie aanbiedt



Figuur 53 Bijdrage van de verschillende inkomsten relatief ten opzichte van de verdisconteerde cumulatieve inkomsten waarbij beide spelers voorkeursdistributie aanbieden

5.6.4 Conclusie

Het scenario met voorkeursdistributie toont het volgende aan:

- Deze methode heeft slechts weinig effect op de inkomsten van beide spelers.
- Het scenario heeft vooral een impact op de klanten. De VDV-betalers gebruiken alle bandbreedte die zij toegewezen krijgen en zorgen daarmee voor meer congestie voor de normale klanten. Dit resulteert in een snellere daling van de totale markt in vergelijking met het basisnetneutraliteitsscenario.
- Dit scenario biedt een gedeeltelijke oplossing voor de congestie: voor de klanten die willen bijbetalen kan er een degelijke verbinding opgesteld worden ten koste van andere klanten.

Als de ISP de keuze gelaten wordt om de OTT toegang te verschaffen tot de voorkeursdistributie, dan zal de ISP dit zeker weigeren. Het scenario waarbij enkel de ISP de voorkeursdistributie aanbiedt is immers het enige voorkeursdistributiescenario waarbij de ISP winst maakt ten opzichte van basisnetneutraliteit. Dit scenario is echter ook het meest oneerlijke scenario voor de OTT, want de ISP hindert hierbij de competitie en monopoliseert een deel van de markt.

Het is voor de regulator dus aangewezen om voorkeursdistributie voor enkel de ISP tegen te gaan. Indien de regulator de ISP verplicht om gelijke middelen te beschikking te stellen voor de OTT, dan

zal de ISP zelfs geen voorkeursdistributie invoeren omdat dit voor hem geen winst oplevert. Daarmee kan de regulator ook onmiddellijk de negatieve invloed van de voorkeursdistributie op de normale klanten tegengaan.

5.7 Vergelijking van alle scenario's

In dit deel worden de keuzes van de ISP en OTT in de verschillende scenario's met elkaar vergeleken. Dit zal uitwijzen welk scenario verkozen wordt op vlak van totale NAW en op vlak van het aantal klanten. Voor de scenario's bleken de prijskeuze HL en LL de geprefereerde prijzen voor de NAW en het aantal klanten respectievelijk, daarom worden enkel de resultaten van deze strategiesets vergeleken. Het zal immers één van deze strategiesets zijn die verkozen wordt door de spelers in het geprefereerde scenario.

	Netto actuele waarde onder strategieset HL		Percentage klanten onder strategieset LL		Totaal percentage klanten na 10 jaar
	ISP	OTT	ISP	OTT	
Basisnetneutraliteit	€ 1.131.206.376	€ 255.530.741	25,67%	24,31%	49,98%
Netwerkuitbreiding	€ 982.686.532	€ 308.098.970	29,99%	32,94%	62,93%
Dominante ISP	€ 1.323.236.869	€ 25.564.414	42,96%	0,00%	42,96%
Toegangskost	€ 1.194.033.519	€ 215.630.739	27,35%	20,95%	48,30%
Voorkeursdistributie enkel ISP	€ 1.164.155.263	€ 178.596.985	29,46%	16,20%	45,66%
Voorkeursdistributie beide	€ 1.119.388.953	€ 226.237.385	24,48%	21,98%	46,45%

Figuur 54 Vergelijking van de Nash-evenwichten van alle scenario's

In Figuur 54 worden alle Nash-evenwichten met elkaar vergeleken. Het Nash-evenwicht over alle scenario's werd bepaald voor beide winstfuncties en wordt aangegeven in het grijs. De Pareto-evenwichten staan vet gedrukt. Uit de Nash-evenwichten blijkt dat de ISP zonder regulatie voor het dominante scenario zal kiezen. Hierbij wordt de keuze van het scenario door de ISP bepaald omdat de ISP degene is die beslist welke technologie geïnstalleerd wordt op zijn netwerk. De mogelijke keuzes van de ISP zijn echter afhankelijk van de wetgeving. De regulator kan als een derde speler worden inbegrepen met als strategieën het toelaten van no-NN-scenario's of het verbieden ervan. Zijn strategieën zouden zelfs aangepast kunnen worden, zodat elke deelverzameling van de scenario's één van zijn strategieën is. Op die manier kan de ISP toch bepaalde no-NN-scenario's toelaten.

Zoals vermeld in 5.4.4 is de dominantie van de ISP over de OTT een scenario dat de regulator zeker moet vermijden. Indien de regulator de wetgeving opstelt zodat deze situatie zich zeker niet voordoet, dan wordt het toegangskostscenario het geprefereerde scenario voor de ISP om zijn winst te maximaliseren. Indien de ISP op het aantal klanten uit is, zal deze netwerkuitbreiding verkiezen. In de eerste situatie is dit nog steeds niet het scenario dat de regulator wil bekomen. Zelfs in het geval dat de ISP zijn klantenbestand wil maximaliseren, ligt zijn klantentotaal bij voorkeursdistributie voor enkel de ISP zeer dicht bij zijn klantentotaal bij netwerkuitbreiding en zal de ISP bij voorkeursdistributie beduidend meer winst maken.

Het wettelijk verplichten van NN zou de ISP enkel de opties laten om niet uit te breiden of om te investeren in zijn netwerk. In dat geval zou de ISP opteren voor basisnetneutraliteit om zijn winst te maximaliseren. En zoals in deel 5.3.4 werd aangehaald, is het voor de ISP interessanter om zijn prijs laag te zetten om zowel zijn klanten te behouden en om meer winst te maken dan bij netwerkuitbreiding. Om het congestieprobleem op te lossen zal de regulator de ISP meer moeten stimuleren tot netwerkuitbreiding. In elk geval wordt in beide scenario's de competitie tussen de twee spelers enkel bepaald door hun onderlinge prijzen. Enkel bij netwerkuitbreiding is er ook een oplossing voor congestie.

In de inleiding (zie Hoofdstuk 1) gaven de ISP's de grote kost van de netwerkuitbreiding als motivatie voor het vragen van vergoeding aan de OTT's. Bij het scenario met netwerkuitbreiding werd echter duidelijk dat met de gevonden uitbreidingskosten deze motivatie niet geldig is. De ISP kan gemakkelijk de netwerkuitbreiding betalen met de inkomsten van zijn internetabonnementen zoals de OTT's als tegenargument stelden. Uit het oogpunt van de ISP gezien is het wel zo dat de OTT's voor een grote last op het netwerk zorgen. Aangezien zij ongeveer de helft van het aantal klanten kunnen verkrijgen, dragen zij ook voor de helft bij aan de congestie die de totale markt doet dalen. In dat opzicht heeft de ISP wel reden om een bijdrage te vragen, ook al kan deze de kost zelf dragen. Dit standpunt wordt versterkt indien een andere vorm van netwerkuitbreiding moet toegepast worden die veel duurder is, zoals het uitrollen van een FTTH-netwerk.

Uit de keuzes van de spelers voor de verschillende scenario's kan het volgende afgeleid worden:

- Zonder reglementering rond NN verkiest de ISP om de OTT uit de markt te spelen.
- Het verbieden van een dominante ISP resulteert nog steeds in praktijken die negatief zijn voor de competitie en het totaal aantal klanten.
- Enkel bij de verplichting van NN zal de ISP een eerlijk scenario kiezen waarbij de OTT niet benadeeld wordt.
- De congestie op het netwerk zorgt voor een daling in de totale markt.
- De congestie kan enkel volledig opgelost worden indien de ISP zijn netwerk uitbreidt.
- De prijskeuze van de spelers is afhankelijk van de prijskeuze van de andere speler en hangt af van zijn initieel marktaandeel.
- De extra inkomsten voor de ISP, de uitgaven voor DPI en de transitkost hebben slechts een geringe invloed op de totale inkomsten van de spelers.
- De uitgaven voor netwerkuitbreiding hebben een significante impact op de VOD-inkomsten, maar het argument van de ISP's dat netwerkuitbreiding onbetaalbaar is, wordt weerlegd door de gevonden waarden voor netwerkuitbreiding (zie 3.2.5 en 4.4).

Hieruit volgt dat het voor de regulator aan te raden is dat:

1. Het dominante *internet service provider* scenario verboden wordt.
2. De praktijken die met *deep packet inspection* mogelijk zijn, aan banden gelegd worden.
3. Het implementeren van netwerkuitbreiding aangemoedigd moet worden om de negatieve invloed van congestie op de totale markt te vermijden.
4. Netneutraliteit wettelijk verplicht wordt zodat de competitie onder de spelers zo eerlijk mogelijk verloopt.

Hoofdstuk 6

Scenarioanalyse en alternatieve aannames

6.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk kwamen de resultaten aan bod, maar daarin werd reeds vermeld dat de resultaten afhankelijk zijn van de inputparameters en assumpties. Dit hoofdstuk gaat daarom dieper in op hun impact op de resultaten en bestudeert daarnaast ook enkel alternatieve aannames.

Allereerst worden de parameters onder de loep genomen. De parameters die onderzocht zullen worden zijn:

- Prijs voor VOD (Video On Demand)
- Initiële marktaandelen
- Prijselasticiteiten
- Congestiekost
- Scenariospecifieke parameters:
 - Toegangskost
 - Grootte van de *managed lane* bij voorkeursdistributie
 - De *willingness to pay*-functie bij voorkeursdistributie
 - *Deep packet inspection* apparatuurskosten
 - Netwerkuitbreidingskost

Daarbij wordt voornamelijk gekeken naar de variatie die moet optreden in een parameter vooraleer er een effect te zien is op het Nash-evenwicht bij de NAW (Netto Actuele Waarde) of voordat de analyse van de resultaten er significant door wordt beïnvloed (bv. wanneer is de netwerkuitbreiding te groot om enkel met inkomsten van VOD te betalen). Het Nash-evenwicht voor het aantal klanten van de spelers wordt hier niet besproken, omdat deze op een logische wijze zal reageren op veranderingen.

Daarnaast komen er enkele stellingen aan bod die een invloed kunnen uitoefenen op de resultaten. Deze alternatieve aannames worden kwalitatief besproken. Er wordt daarbij gelet op de verwachte invloed van de aanname en hoe deze gemodelleerd kan worden. Op deze manier kan toekomstig onderzoek voortbouwen op het huidige model. De aannames die besproken worden zijn:

- De invloed van lokale content
- Het verlies van televisieabonnees bij het verliezen van VOD-klanten voor de ISP
- De impact van meerdere spelers

6.2 Impact van de parameters

In dit deel worden de parameters geanalyseerd op hun impact op de resultaten en voornamelijk op het Nash-evenwicht voor de NAW dat in het economisch spel gevonden wordt. De parameters die bestudeerd zullen worden zijn de prijzen, de marktparameters en scenariospecifieke parameters.

6.2.1 Prijs

De prijs zal voor beide spelers gevarieerd worden terwijl de prijs van de andere gelijk blijft. Hieruit kan vervolgens worden afgeleid wat de best mogelijke prijs is indien de prijs van de tegenspeler gekend is. Daarna worden de prijzen van beide spelers samen verhoogd zodat de invloed van de hoogte van de prijs kan bepaald worden. Er wordt hierbij vertrokken van het scenario met basisnetneutraliteit en het daarbij horende Nash-evenwicht met strategieset HL en respectievelijke prijzen 240 euro en 108 euro. Deze prijzen worden gevarieerd, terwijl de andere prijsstrategieën voor de spelers behouden worden. Als gevolg van het verhogen of verlagen van de prijs, kan het gebeuren dat de lage en hoge prijsstrategie wisselen. Wanneer voor de OTT bv. de prijs 108 verhoogd wordt naar 180, dan zal deze 180 de hoge prijsstrategie worden en zal de oorspronkelijke hoge prijs 174 de nieuwe lage prijsstrategie worden.

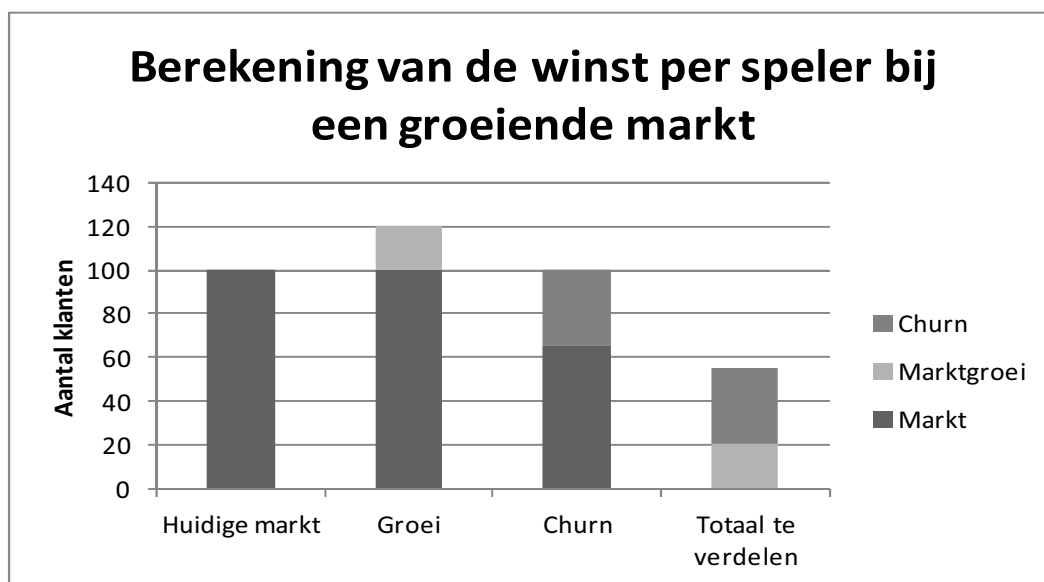
6.2.1.1 Prijsverandering ISP

Indien de prijs van de OTT gelijk wordt gehouden terwijl de prijs van de ISP varieert, worden de volgende conclusies bekomen:

- Bij het verlagen van de ISP-prijs, verandert het Nash-evenwicht niet. Dit is logisch aangezien de ISP in het basisnetneutraliteitsscenario de hoge prijs verkoos, omdat deze hem in de eerste jaren veel geld opbracht.
- Bij het verhogen zijn er vier evoluties:
 - Wanneer de ISP een prijs bereikt van 276 euro per jaar, dan zal de OTT zijn hoge prijs aannemen. Op dit moment is het verschil tussen de hoge prijzen groter geworden en zal de OTT meer marktaandeel verkrijgen met zijn hoge prijs dan toen de ISP een prijs van 240 had. Deze extra klanten genereren met een hogere prijs ook meer inkomsten en het is op dit punt dat deze inkomsten het grotere aantal klanten bij een lage prijs overtroeven. Het Nash-evenwicht is hier de strategieset HH (276 euro, 174 euro).
 - Eens de prijs van 444 euro bereikt wordt, is er geen Nash-evenwicht meer. De strategieverandering gebeurt als volgt: $HH > LH > LL > HL > HH$.
 - Dit fenomeen doet zich niet langer voor zodra de prijs van 516 euro bereikt wordt. Dan wordt het Nash-evenwicht opnieuw de strategieset HL. Voor de ISP is een hoge prijs nog steeds interessant omwille van zijn initieel marktaandeel. De verhoging van de prijs van de ISP zorgt voor een groot verlies aan klanten op de totale markt. De gemiddelde prijs van beide spelers is in dit geval 312 euro, wat al boven de oorspronkelijke prijs van de ISP ligt (240 euro). Dit resulteert in een daling van de totale markt. Indien de OTT een hoge prijs zou zetten, dan veroorzaakt dit een nog grotere daling, terwijl het voor hem hier meer van nut is om meer klanten te verkrijgen.

- Vanaf een prijs van 600 euro voor de ISP, verandert het Nash-evenwicht naar LL. Op dit moment is de daling van het aantal klanten door de stijging van de gemiddelde prijs zo sterk, dat het voor de ISP beter is om een lage prijs aan te nemen.

Deze veranderingen brengen wat opmerkingen met zich mee. Ten eerste moest het marktmodel aangepast worden, omdat deze geconstrueerd werd voor stijgende markten. In het oorspronkelijk model wordt de marktgroei opgeteld bij de *churn* van elke speler om het aantal te verdelen klanten te berekenen. Dit is te zien in Figuur 55:



Figuur 55 Illustratie van de berekening van het aantal te verdelen klanten

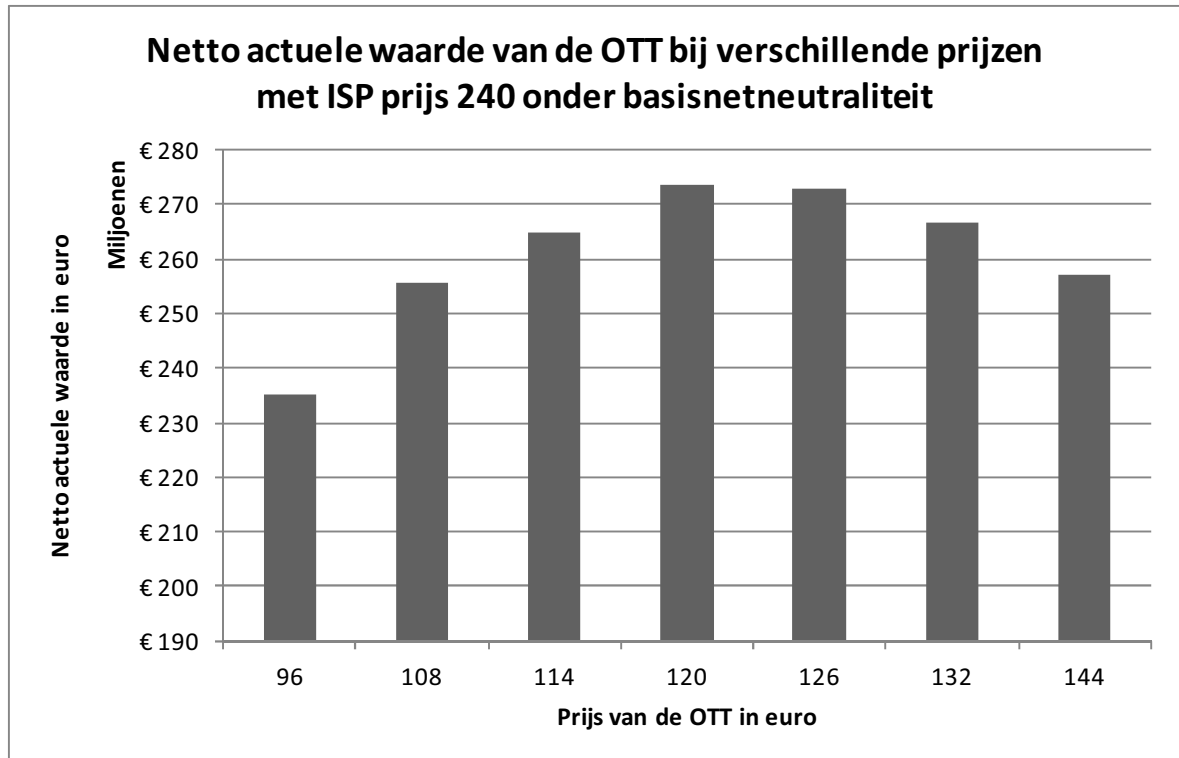
De distributie van deze klanten wordt ook bepaald in het marktmodel. Bij een negatieve groei van de markt zal het aantal klanten dat verdeeld moet worden verminderen. Als de negatieve groei van de markt groot genoeg is, kan de optelling van de negatieve groei bij de *churn* resulteren in een negatief aantal te verdelen klanten. In het geval van de OTT kan het dus zijn dat hij het eerste jaar een negatieve groei toegekend wordt via de distributie, omdat zijn prijs lager is dan die van de ISP. Aangezien de OTT nog geen klanten heeft in het eerste jaar, resulteert dit in een negatief aantal klanten. Daarom werd het model aangepast zodat de marktgroei beperkt blijft tot positieve waarden. De markt zal nog steeds dalen omdat het marktpotentieel aangepast wordt, maar enkel de *churn* wordt nog verdeeld onder de spelers.

Een tweede opmerking moet geplaatst worden bij de grootte van de prijsverandering. Het verhogen tot de prijs van 276 euro is goed mogelijk, maar de andere prijsverhogingen lijken onwaarschijnlijk in een realistisch scenario. De ISP moet zijn prijs daarbij bijna verdubbelen en houdt hier geen rekening met het aantal klanten. Voor verder onderzoek is het interessant een nieuwe marktverdelingsfunctie te construeren die ook rekening houdt met het aantal klanten in de toekomst.

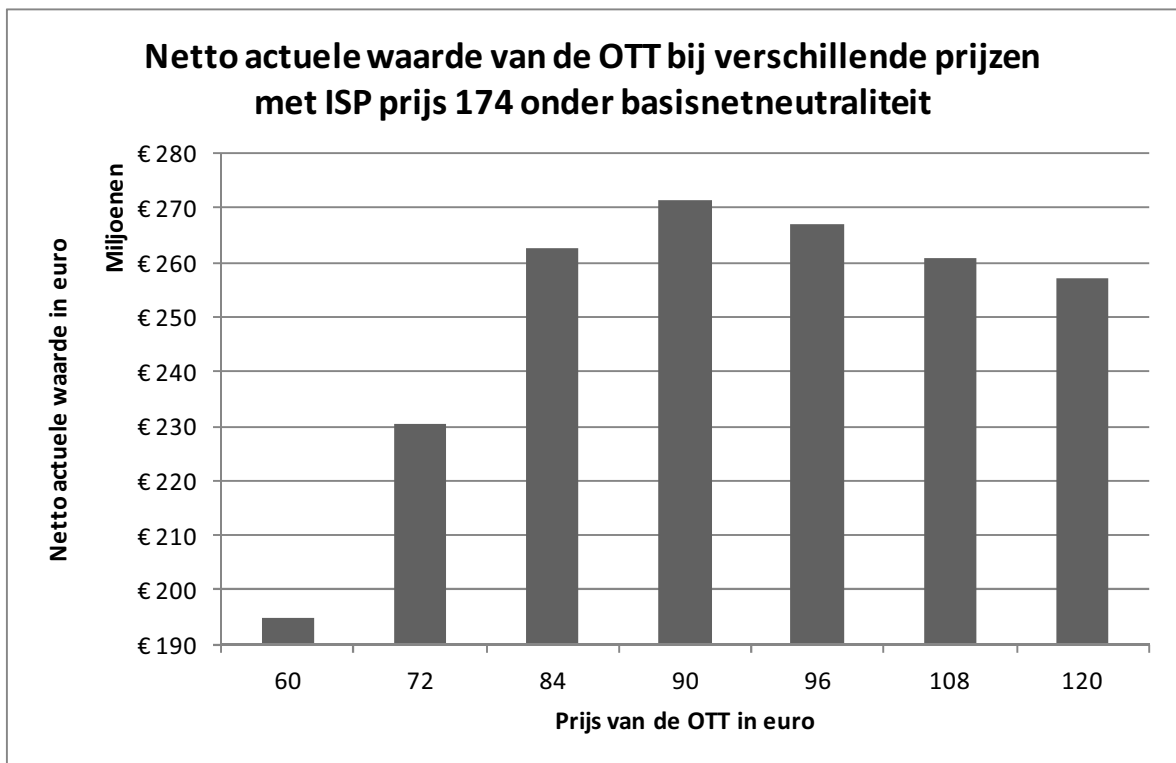
De laatste opmerking die gemaakt moet worden, is dat de ISP geen prijsdaling zal overwegen indien hij zijn prijs vrij kan kiezen. Elke prijs tussen zijn oorspronkelijke prijs, 240 euro, en 444 euro zal hem meer winst opleveren dan zijn lage prijs en dit onafhankelijk van de gekozen prijsstrategie (hoog of laag) van de OTT.

6.2.1.2 Prijsverandering OTT

Om de prijsverandering van de OTT te analyseren, wordt er gekeken naar de evolutie van de NAW bij verschillende prijzen voor de OTT. Hierbij wordt voor de ISP beide strategieën bekeken. De resultaten zijn te zien in Figuur 56 en Figuur 57:



Figuur 56 Netto actuele waarde van de OTT bij verschillende prijzen in het basisnetneutraliteitsscenario waarbij de ISP een prijs van 240 euro behoudt



Figuur 57 Netto actuele waarde van de OTT bij verschillende prijzen in het basisnetneutraliteitsscenario waarbij de ISP een prijs van 174 euro behoudt

Bij de vergelijking van de twee grafieken valt het op dat de grootste winst telkens voorkomt wanneer de prijs van de OTT ongeveer de helft van deze van de ISP bereikt. Meer specifiek blijkt de meest winstgevende prijs deze te zijn waarbij de OTT nog net alle klanten die willen veranderen naar zich toe trekt. Het moment dat deze optimale prijs daalt, ontvangt de OTT nog steeds alle klanten van de *churn*, maar verdient hij minder per klant. Indien de prijs stijgt, dan zal de OTT niet langer alle klanten naar zich toe trekken, maar zal hij ook wat klanten verliezen aan de ISP, waardoor hij minder inkomsten zal verzamelen.

Uit de twee figuren kan ook afgeleid worden dat de prijs van 108 euro een zeer veilige prijs is voor de OTT indien er geweten is dat de ISP een prijs van 240 of 174 zal vragen. De prijs van 108 euro ligt ongeveer tussen de optimale prijskeuzes van de OTT (90 euro en 120 euro) in.

Een andere conclusie die hier gemaakt kan worden, is dat de NAW van de OTT sneller daalt als de prijs lager is dan de optimale prijs en traag daalt als de prijs hoger wordt. Hieruit kan opnieuw besloten worden dat het verschil in prijs een grotere invloed heeft op de NAW dan het aantal klanten. De optimale prijs van de OTT hangt bijgevolg af van de prijs van de ISP, waarbij het minder interessant is om boven te optimale prijs te gaan, dan dat de prijs lager geplaatst wordt. Deze optimale prijs is hierbij voornamelijk afhankelijk van de distributie van de klanten die bepaald wordt door de kruiselingse prijselasticiteit. Het Nash-evenwicht verandert niet bij deze variaties aangezien beide optimale prijzen onder de oorspronkelijke hoge prijs liggen (174 euro).

6.2.1.3 Gezamenlijke prijsverandering

Bij een gezamenlijke variatie van de prijzen, zijn er twee punten waarop het Nash-evenwicht wijzigt. Het verlagen van de prijzen beïnvloedt het Nash-evenwicht al zodra er 11 euro wordt afgetrokken van beide. In dat geval zal de OTT een hoge prijs aannemen in plaats van een lage

(Nash-evenwicht = [229, 163]). Het verhogen van de prijzen zal pas een invloed hebben indien de prijzen met 97 euro verhoogd worden. Dan neemt de ISP ook een lage prijs aan (Nash-evenwicht = [271, 205]). Dit houdt voor de ISP een stijging in van ongeveer 12,5% en voor de OTT een stijging van ongeveer 90%, waardoor dit scenario niet erg realistisch is. Het verlagen is echter wel mogelijk. Voor de ISP houdt dit slechts een verlaging in van 5%, terwijl dit voor de OTT een verhoging van 50% inhoudt. Hoewel de NAW verandering voor de OTT slechts -1% inhoudt, zal zijn aantal klanten na 10 jaar dalen met 34% waardoor ook dit scenario onwaarschijnlijk lijkt.

Hieruit volgt dat het variëren van de gemiddelde prijs een snelle impact heeft als de prijzen dalen en dat de prijzen sterk kunnen verhoogd worden vooraleer de spelers van strategie zullen veranderen. Het aantal klanten van de spelers daalt echter ook zeer sterk, waardoor het voor beide spelers onwaarschijnlijk is dat zij hun prijzen aanzienlijk zullen verhogen. Desondanks is het aangeraden dat de regulator ingrijpt indien de competitie tussen de spelers niet voldoende is om de prijzen te drukken. Dit is vooral het geval als er een monopolie ontstaat op de markt.

6.2.2 Initiële marktaandelen

Zoals reeds vermeld in Hoofdstuk 5 worden ook de initiële marktaandelen bestudeerd. De ISP zet namelijk vooral een hoge prijs omdat hij initieel alle klanten voor zich heeft en daar de eerste jaren veel winst op maakt.

Bij het variëren van de initiële marktaandelen wordt aangenomen dat de OTT al aanwezig is in de markt. Daarom is er een prijs nodig die in het eerste jaar gebruikt wordt als de oorspronkelijke prijs van de OTT, vooraleer er prijsveranderingen plaatsvinden. Aangezien de oorspronkelijke prijs van de ISP gebaseerd is op de gevonden prijs voor Telenet (240 euro, zie 4.4), zal hier ook gebruik gemaakt worden van de gevonden prijs voor Netflix (108 euro, idem). Dit zal leiden tot een minder sterke marktgroei in het eerste jaar, omdat de OTT al op de markt aanwezig is. De markt zal zelfs dalen indien de OTT zijn prijs verhoogt en de ISP zijn prijs behoudt.

Wanneer de ISP begint met een marktaandeel van 93%, dan zal het Nash-evenwicht al verschuiven naar strategieset HH. De OTT haalt hier al meer winst uit een hoge prijs, omdat hij start met een aantal klanten. Als het initieel marktaandeel van de ISP verder zakt naar 86%, dan verschuift het Nash-evenwicht naar strategieset LH. Er dient dus slechts een aanpassing van 14% te gebeuren vooraleer de ISP zijn hoge prijs verandert. Aangezien het marktaandeel van de ISP bij basisnetneutraliteit en met een hoge prijs al meer dan 14% gedaald is na het derde jaar, zal het Nash-evenwicht HL uit de resultaten niet lang standhouden indien de spelers de prijs kunnen aanpassen tijdens het spel. Er wordt dus verwacht dat de ISP na het derde jaar zijn prijs zal verlagen en dat de OTT zijn prijs zal verhogen. Het gevonden Nash-evenwicht is met andere woorden sterk afhankelijk van de aanname dat de OTT net op de markt komt.

6.2.3 Churn

De *churn* zal vooral bepalen hoeveel klanten van provider kunnen wisselen. Voor de ISP heeft dit als gevolg dat hij meer klanten zal verliezen als de marktverdeling in het voordeel van de OTT gebeurt. Er is al geweten dat de OTT de meeste vrije klanten naar zich toe zal trekken door zijn lage prijs.

Als de *churn* van de oorspronkelijke waarde (35%) veranderd wordt naar 20% en 50%, is het duidelijk dat de *churn* een invloed heeft op het aantal klanten en daarmee de inkomsten. De resultaten worden weergegeven in Tabel 13:

	Churn			
	20%		50%	
	ISP	OTT	ISP	OTT
Netto Actuele Waarde	14,3%	-27,5%	-10,7%	20,5%
Aantal klanten na 10 jaar	27,3%	-21,1%	-10,5%	8,1%

Tabel 13 Veranderingen van de NAW en het aantal klanten bij aanpassing van de churn

In beide gevallen blijft het Nash-evenwicht bij de strategieset HL. Dit duidt opnieuw aan dat het groter aantal klanten dat de OTT wint met zijn lage prijs op lange termijn meer inkomsten opleveren. Voor de ISP geldt nog steeds dat hij een hoge prijs gebruikt om zoveel mogelijk winst uit de eerste jaren te halen. Zelfs bij de grotere verliezen bij 50% *churn* behoudt de ISP nog steeds zijn hoge prijs.

De *churn* heeft een grote invloed op zowel het aantal klanten als op de NAW van de spelers. Het is dus van cruciaal belang dat deze goed gekozen wordt. Verder werd deze parameter in dit onderzoek als constante beschouwd. Indien de *churn* kan variëren, is het aangewezen dat deze groeit naarmate het prijsverschil tussen beide spelers groter wordt. Er kan ook aangenomen worden dat de *churn* groter zal zijn in de eerste jaren, wanneer de OTT op de markt komt, dan in de latere jaren van de analyse, wanneer de meeste klanten hun provider reeds gekozen hebben.

6.2.4 Prijselasticiteiten

Voor de eigen en kruiselingse prijselasticiteit (zie 3.3.2 voor meer uitleg) worden de uiterste waarden getest die gevonden werden in de papers en studies rond elasticiteiten in sectie 4.4.

6.2.4.1 Eigen prijselasticiteit

Voor de eigen prijselasticiteit zijn de gevonden waarden -0,55 en -3,2. Het effect van de eigen prijselasticiteit zal vooral merkbaar zijn in de initiële groei van de markt en de reactie van de klanten op de congestie. In Tabel 14 worden de veranderingen van de winstfuncties weergegeven:

	Eigen prijselasticiteit			
	-0,55		-3,2	
	ISP	OTT	ISP	OTT
Netto Actuele Waarde	-4,9%	-17,5%	6,4%	29,5%
Aantal klanten na 10 jaar	0,4%	-6,8%	-0,9%	9,1%

Tabel 14 Veranderingen van de NAW en het aantal klanten bij variatie van de eigen prijselasticiteit

Voor een eigen prijselasticiteit van -0,55 verandert het Nash-evenwicht naar HH. Dit is het resultaat van de kleinere groei van de markt wegens de intrede van de OTT en de trage daling door congestie. De OTT zal hier minder klanten ontvangen door de kleinere groei, maar zijn klanten zullen minder snel verdwijnen door congestie waardoor het niet zo noodzakelijk is om vroeg veel klanten te winnen.

Als de eigen prijselasticiteit verandert naar $-3,2$, is er geen aanpassing van het Nash-evenwicht, deze blijft bij strategieset HL. De grootste invloed van de eigen prijselasticiteit is deze op de NAW van de OTT. Het verschil in NAW voor de OTT heeft voornamelijk te maken met het effect van de eigen prijselasticiteit op de marktgroei. Voor de strategieset HL en een eigen prijselasticiteit van $-0,55$ groeit de markt met 6% en daalt hij er 5% door congestie. Bij een waarde van $-3,2$, stijgt de markt met 35% en daalt hij 30% wegens de congestiekost. De eigen prijselasticiteit en de congestiekost reguleren dus het totaal aantal klanten.

Uit deze resultaten blijkt dat de eigen prijselasticiteit een belangrijke factor is. Ze bepaalt de groei van de markt en de reactie van de klanten op de congestie. Voor de regulator is het interessant deze waarde goed in te schatten, omdat er op deze manier kan afgeleid worden hoe snel de markt zal dalen door de congestiekost. Beide uitersten die besproken zijn, zijn minder waarschijnlijk dan de gekozen waarde. Enerzijds is het onwaarschijnlijk dat er slechts een klantendaling van 5% is wanneer de congestiekost oploopt tot 30% van de betaalde prijs en anderzijds is het ook niet realistisch dat de markt 35% zal groeien door de opkomst van de OTT.

6.2.4.2 Kruiselingse prijselasticiteit

De kruiselingse prijselasticiteit zal het effect van het prijsverschil tussen de twee spelers bepalen. Een grotere kruiselingse prijselasticiteit zorgt ervoor dat klanten sneller zullen overstappen bij een prijsverschil, terwijl het omgekeerde geldig is voor een kleinere kruiselingse prijselasticiteit. De gevonden uitersten voor de kruiselingse prijselasticiteit in sectie 4.4 zijn 0,3 en 2,33.

Voor de waarde 0,3 verandert het Nash-evenwicht naar strategieset HH. De OTT zal hier niet langer alle klanten naar zich toe trekken onder strategieset HL, het verschil in prijs zal hier belangrijker worden dan het aantal klanten dat de OTT kan wegnemen bij de ISP. Voor deze waarde van de kruiselingse prijselasticiteit en onder strategieset HL behoudt de ISP 40% meer klanten en ontvangt hij 16% meer inkomsten. De OTT daarentegen verliest ongeveer 30% van zowel zijn inkomsten als zijn klanten.

Met een waarde van 2,33 verandert er niets aan de resultaten van de winstfuncties bij strategieset HL. De oorzaak hiervan ligt bij de oorspronkelijke kruiselingse prijselasticiteit. Deze was al groot genoeg om alle klanten naar de OTT te trekken. Nu is de kruiselingse prijselasticiteit zo groot dat de OTT zelfs bij strategieset HH alle klanten voor zich wint. Daarom wordt het Nash-evenwicht bij deze waarde de strategieset HH. De OTT kan met zijn hogere prijs nog steeds alle klanten winnen en verdient meer per klant.

De kruiselingse prijselasticiteit is een belangrijke parameter om te bepalen hoe sterk klanten reageren op een prijsverschil. De gekozen waarde 1,08 is een goede schatting omdat, onder de aanname dat beide services bijna identiek zijn, de OTT met een prijs die minder dan de helft is van de ISP alle klanten naar zich toetrekt. Dit is niet het geval bij een waarde van 0,3, waardoor deze minder waarschijnlijk lijkt. De waarde 2,33 is goed mogelijk indien een prijsverschil van 5 euro per maand alle klanten zal doen overstappen van provider. Het effect van het prijsverschil moet hierbij goed afgewogen worden aangezien de services niet altijd volledig identiek zullen zijn (zie bv. de impact van lokale content in sectie 6.3.1).

6.2.5 Congestiekost

De variatie van de congestiekost zal een impact hebben op de groei van de markt. Van de congestiekost wordt verwacht dat deze geleidelijk aan stijgt. Indien de congestiekost te snel stijgt, dan zal deze pieken en dalen veroorzaken in de marktaandelen. Deze ontstaan door een terugkerende reactie van de klanten. Eerst zal de grote congestiekost het aantal klanten sterk doen dalen. Het jaar erop zal het kleiner aantal klanten minder congestie veroorzaken, als gevolg zullen er het jaar daarop weer meer klanten bijkomen. Die klanten zullen op hun beurt opnieuw de congestiekost flink doen stijgen, waardoor de situatie zich herhaalt. Op het moment dat de congestiekost meer dan verdubbeld wordt, ontstaan er dergelijke schommelingen in het aantal klanten.

Om deze reden wordt de congestiekost hier slechts verdubbeld en gehalveerd om zijn invloed te analyseren op de resultaten. In beide gevallen zal het Nash-evenwicht zich niet verplaatsen. De invloed van het variëren van de congestiekost is vooral merkbaar bij het aantal klanten. Het aantal klanten zal ongeveer 16% dalen voor beide spelers bij het verdubbelen en zal 8% stijgen voor de ISP en 15% voor de OTT bij het halveren. Het groeien en dalen van het aantal klanten is vooral belangrijk naar het einde van de analyseperiode toe aangezien de congestie daar het grootst zal zijn. Dit heeft als gevolg dat de ISP hier minder invloed van ondervindt dan de OTT. De NAW van de ISP zal -7% en 2% veranderen bij het verdubbelen en halveren, respectievelijk. Voor de OTT zal dit respectievelijk -8% en 11% zijn.

De resultaten die het variëren van de congestiekost naar voren brengt zijn stabiel. Hieruit blijkt dat de congestiekostformule goed gekozen is, er zijn geen bruuske veranderingen bij het aanpassen van de congestiekost en zoals reeds bleek bij de aanpassingen van de eigen prijselasticiteit (zie 6.2.4.1) is de congestiekost ook een goede regulerende functie voor het aantal klanten indien de markt te snel groeit.

6.2.6 Scenariospecifieke variaties

Sommige scenario's hadden parameters die eigen waren aan die scenario's. Daarom worden deze parameters gevarieerd om het effect te analyseren op de resultaten voor deze scenario's.

6.2.6.1 Toegangskost

De belangrijkste uitkomst bij de toegangskost is het al dan niet kunnen financieren van de netwerkuitbreiding, aangezien dit het grootste argument is voor het toepassen van het toegangskostscenario. Het percentage dat genomen wordt van de prijs van de ISP mag echter niet groter zijn dan de prijs van de OTT (zie 4.3.2.2.4 voor de berekening van de toegangskost). Voor het Nash-evenwicht HL betekent dit dat het toegangskostpercentage niet meer dan 45% mag bedragen.

Het toepassen van het scenario met 45% geeft aan dat de extra inkomsten van de toegangskost slechts 110 miljoen euro opbrengen, wat niet voldoende is voor het netwerkuitbreidingsscenario dat verdisconteerd 215 miljoen euro over 10 jaar nodig heeft. Het toepassen van dit scenario kan dus niet gerechtvaardigd worden met het argument dat het genoeg inkomsten kan opbrengen voor de netwerkuitbreiding.

6.2.6.2 Grootte van de managed lane bij voorkeursdistributie

De grootte van de *managed lane* wordt aangepast van 50% van de bandbreedte naar 25% en 75%. Het effect op de winstfuncties wordt weergegeven in Tabel 15:

	Grootte van de managed lane			
	25%		75%	
	ISP	OTT	ISP	OTT
Netto Actuele Waarde	1,1%	5,5%	-0,3%	-0,7%
Aantal klanten na 10 jaar	7,2%	12,1%	-4,9%	-4,8%

Tabel 15 Veranderingen van de NAW en het aantal klanten bij het variëren van de grootte van de managed lane

Deze aanpassing heeft weinig effect op de inkomsten, maar de aanpassing heeft een groter effect op het aantal klanten. De vergroting zorgt voor een daling van 5% bij beide spelers, terwijl het verkleinen zorgt voor een stijging van 7% bij de ISP en 12% bij de OTT.

Opmerkelijk is dat de ISP meer verdient bij het verkleinen van de *managed lane*. Het gevolg is echter dat de klanten die voor voorkeursdistributie betalen nu wel meteen hinder ondervinden van congestie, wat niet de bedoeling is van het betalen van een VDV (Voorkeursdistributievergoeding). Het model zal de ontevreden VDV-betalers niet onmiddellijk uit de totale markt halen, maar zal deze toevoegen aan de markt voor de niet-VDV-betalers, waardoor de spelers er nog steeds inkomsten van krijgen. Onder de oorspronkelijke waarde werd er voor de VDV-betalers pas congestie vastgesteld na 6 jaar en deze congestie was verwaarloosbaar in vergelijking met de congestie die normale klanten ondervonden.

6.2.6.3 Grootte van de voorkeursdistributievergoeding

Net zoals bij de toegangskost, kan hier nagegaan worden of de VDV de netwerkuitbreiding kan bekostigen. De verwachting is dat dit niet het geval zal zijn wanneer de huidige inkomsten van de VDV in totaal niet meer dan 25 miljoen euro bedragen. Het verhogen van de VDV-prijs zal resulteren in een daling van het aantal VDV-klanten, waardoor de inkomsten door de VDV niet opmerkelijk zullen veranderen.

Het verdubbelen van de VDV leidt tot de grootste inkomsten voor de voorkeursdistributie, maar ook dit komt slechts neer op 28 miljoen euro in totaal wegens het dalen van het aantal VDV-klanten door de hogere prijs. De conclusie is dat de voorkeursdistributie vooral gezien moet worden als een manier om klanten die meer willen betalen een congestievrije verbinding te geven. De inkomsten ervan kunnen echter geen netwerkuitbreiding financieren.

6.2.6.4 Apparatuurkost voor deep packet inspection

Het Nash-evenwicht zal bij het aanpassen van de apparatuurkost niet veranderen aangezien deze kost geen invloed heeft op het aantal klanten of de prijs van de spelers. Voor DPI (Deep Packet Inspection) is het wel interessant om te analyseren hoe sterk deze kost moet stijgen vooraleer het niet meer interessant is om een scenario toe te passen waarbij DPI-apparatuur nodig is. De kost voor cumulatieve verdisconteerde kost van DPI-apparatuur is in alle niet-netneutraliteitsscenario's gelijk aan ongeveer 3,44 miljoen euro. De verschillen in NAW tussen het basisnetneutraliteitsscenario en de niet-netneutraliteitsscenario's die meer winst opleveren zijn:

- Dominante ISP: ongeveer 200 miljoen euro

- Toegangskost: ongeveer 60 miljoen euro
- Voorkeursdistributie voor enkel ISP: ongeveer 30 miljoen euro

Aangezien de grootste kost van de DPI-installatie de DPI-apparatuur zelf is en niet de onderhoudskosten, is de berekening van de variatie die de kost moet ondergaan evident. Het vermenigvuldigen van de kosten van DPI met een factor van 10 of hoger lijkt zeer onwaarschijnlijk als de kosten voor de apparatuur zelf uit betrouwbare bronnen voortkomen (zie 4.4).

6.2.6.5 Kosten voor netwerkuitbreiding

Bij het onderzoeken van de netwerkuitbreiding bleek dat de kost van de netwerkuitbreiding ervoor zorgt dat de ISP liever niet uitbreidt als hij zijn winst wil maximaliseren. De ISP's willen dat de OTT's een bijdrage leveren voor het installeren van netwerkinfrastructuur, omdat de ISP's de eisen voor bandbreedte financieel niet meer kunnen volgen. Dit argument, dat in Hoofdstuk 1 werd aangehaald door de ISP's, wordt door de resultaten weerlegd. De kost voor netwerkuitbreiding is niet zo groot dat de ISP's hem niet langer kunnen betalen. Het is daarom aangewezen om te bestuderen hoe deze kost moet evolueren om:

1. Laag genoeg te zijn, zodat netwerkuitbreiding een hogere NAW oplevert voor de ISP dan basisnetneutraliteit.
2. Groot genoeg te worden zodat de ISP het niet meer kan bekostigen met enkel zijn VOD-inkomsten.
3. Zo groot te worden dat de ISP hem onmogelijk zelf kan betalen.

Het eerste punt wordt bereikt wanneer de kost slechts 30% bedraagt van de oorspronkelijke waarde. De kost komt dan neer op 9 miljoen euro per jaar.

De apparatuur wordt duur genoeg voor het tweede punt als de kost gelijk is aan 600% van de huidige uitgaven. Het laatste punt wordt bereikt als de oorspronkelijke prijs van de netwerkuitbreiding met factor 18 wordt vermenigvuldigd.

Hoewel de prijsveranderingen drastisch moeten zijn voor de huidige manier van netwerkuitbreiding (*node splitting*, zie 3.2.5), kan het wel zijn dat er een andere manier van netwerkuitbreiding toegepast wordt die veel duurder is, zoals het installeren van FTTH. In (OASE, 2013) wordt de uitrol van FTTH pas als realistisch beschouwd in een dichtbebouwd gebied over een periode van 20 jaar. Voor dergelijke soort investeringen is het best mogelijk dat de ISP dit niet zelf kan betalen. Het argument van de ISP's dat zij de netwerkuitbreiding niet langer zelf kunnen bekostigen hangt dus volledig af van waar het probleem van congestie zich voordoet in het netwerk en van de techniek die gebruikt wordt om dit op te lossen.

6.2.7 Samenvatting

Uit de analyse van de parameters zijn de volgende opmerkelijkheden naar voren gekomen:

- De prijs van de OTT hangt sterk af van de keuze van de kruiselingse prijselasticiteit en het verschil in prijzen van de spelers. Daarbij wordt door de OTT het liefst gekozen voor de prijs waarbij hij net alle vrije klanten naar zich trekt.
- De keuze van het Nash-evenwicht is afhankelijk van de initiële marktaandeelen. Als het marktaandeel van de ISP 14% daalt, verandert hij zijn keuze naar een lage prijs.

- De prijselasticiteiten zijn realistisch gekozen, waarbij vooral de kruiselingse prijselasticiteit nog exacter bepaald kan worden. Deze is zeer belangrijk bij de keuze van de prijzen van de spelers en moet weergeven hoe sterk het effect van een prijsverschil is op een klant.
- De congestiekost heeft een geringe invloed op de inkomsten van de spelers en zorgt voor een balans van het aantal klanten. Indien de markt te snel groeit, dan zal de congestiekost de markt snel doen dalen en omgekeerd zal een kleine groei van de markt minder snel verlaagd worden. De congestiekost reageert dus op de hoeveelheid congestie zoals dit verwacht werd.
- De toegangskost en de voorkeursdistributievergoeding kunnen niet aangepast worden zodat deze de netwerkuitbreiding kunnen bekostigen.
- Het is onwaarschijnlijk dat de waarde voor de gevonden kost van de DPI-apparatuur genoeg afwijkt van de realiteit opdat de niet-netneutraliteitsscenario's niet langer een grotere NAW opleveren.
- Indien de manier van netwerkuitbreiding correct is, is het onwaarschijnlijk dat de ISP zijn netwerkuitbreiding niet zelf kan betalen. Als het congestieprobleem zich op een andere plaats bevindt en een andere vorm van netwerkuitbreiding moet worden toegepast, dan zal de betaalbaarheid afhangen van de kost van deze toepassing. De kost zal 6 of 18 maal de kost van *node splitting* moeten bedragen vooraleer de ISP zijn netwerk niet meer kan betalen met respectievelijk de VOD-inkomsten of de internetabonnementen.

6.3 Bespreking van alternatieve aannames

Nu de parameters besproken zijn, worden ook alternatieve aannames behandeld. Deze aannames zullen een invloed hebben op de resultaten en worden kwalitatief geëvalueerd. Zowel de nodige aanpassingen aan het model alsook de verwachtingen van het effect op de resultaten worden uitvoerig besproken.

De alternatieve aannames zijn de invloed van lokale content, het verlies van televisieabonnees en het toevoegen van meerdere spelers.

6.3.1 Invloed lokale content

In het oorspronkelijk model werd aangenomen dat de service van beide spelers relatief gelijk is ten opzichte van elkaar. In de realiteit is het echter mogelijk dat een buitenlandse OTT enkel buitenlandse series en films zal aanbieden. De lokale ISP daarentegen zal naast buitenlandse content ook lokale content aanbieden. Deze lokale content kan genoeg invloed hebben om klanten bij de ISP te houden en zal bijvoorbeeld belangrijk zijn voor gezinnen met jonge kinderen die nog geen vreemde talen begrijpen.

6.3.1.1 Nodige aanpassingen aan het model

Deze invloed van de lokale content kan op verschillende manieren geïmplementeerd worden in het model:

- De ISP behoudt een vast aantal klanten.
- De markt wordt opgedeeld in twee delen: een deel dat lokale content wenst en een deel waarvoor lokale content geen extra waarde heeft.
- Er wordt een extra functie aangemaakt in het marktmodel die naast het effect van de prijs ook een effect toekent aan het al dan niet aanbieden van lokale content.

De eerste en tweede optie zijn gelijkaardig, maar toch verschillend. Indien het model wordt aangepast zodat de ISP een minimumwaarde aan klanten behoudt, dan zal het effect van de opkomst van de OTT met zijn lagere prijs nog steeds voelbaar zijn. De totale markt zal stijgen door de lagere prijs. Het model aanpassen zodat de liefhebbers van lokale content als apart marktsegment worden beschouwd, zal ervoor zorgen dat enkel de prijs van de ISP van belang is. Op die manier wordt er ook vanuit gegaan dat de klanten met lokale content nooit zullen overstappen naar de OTT. Wanneer de eerste optie wordt toegepast, kan het nog steeds dat klanten overschakelen. Het minimumpercentage klanten kan hierbij ook klanten bevatten die liever bij de lokale provider blijven ondanks de lage prijs van de OTT. Zowel de eerste als de tweede optie kunnen aangepast worden zodat het percentage minimumaantal klanten of het marktaandeel voor lokale content afhankelijk is van het prijsverschil.

De derde optie kan op verschillende manieren geïmplementeerd worden, maar in elk geval zullen er aanpassingen moeten gemaakt worden aan het marktmodel. Het marktmodel kan aangepast worden zodat elke speler zijn eigen parameters heeft voor de *churn* en de kruiselingse prijselasticiteit. De invloed van de lokale content kan gemodelleerd worden door de *churn* van de ISP kleiner te maken dan die van de OTT. Op die manier lijkt het alsof de klanten van de ISP minder snel geneigd zijn om over te stappen, omdat deze de extra waarde van lokale content hiermee verliezen. Ook de kruiselingse prijselasticiteit kan aangepast worden. Op deze manier zal een klant van de ISP minder fel reageren op een prijsstijging van de ISP of net harder reageren op de prijsstijging van de OTT. Een iets uitgebreidere versie van deze optie is het implementeren van een kwaliteitsfunctie voor het aanbieden van lokale content. Dit kan uitgedrukt worden in valuta zodat deze kan afgetrokken worden van de serviceprijs. Dit lijkt op de implementatie van de congestiekost en de voorkeursdistributievergoeding waarbij de kost wordt opgeteld in plaats van afgetrokken. Als alternatief kan er ook een nieuwe marktfunctie beschreven worden waarbij er rekening gehouden wordt met het aanbieden van lokale content of, meer algemeen, de kwaliteit van het aanbod. De markt kan dan verdeeld worden op basis van gewichten die toegekend worden aan de verdeling volgens de prijs en de verdeling volgens de kwaliteit, waarbij de som van de gewichten 100% van de verdeling voorstelt.

6.3.1.2 Verwachtingen voor de aanpassingen

Voor de eerste twee besproken opties is het verwachte effect duidelijk. Bij de eerste optie zal de vorm van de curve van het aantal klanten dezelfde blijven als bij basisnetneutraliteit. Wanneer het minimumpercentage bereikt wordt, zal de curve afvlakken. De tweede optie zal precies dezelfde vorm hebben voor de klanten die niet geïnteresseerd zijn in lokale content. De curve van de lokale content zal enkel afnemen door de congestiekost.

Er wordt voor deze twee opties dus verwacht dat het aantal klanten van de ISP hoger zal liggen. Als resultaat zullen ook zijn inkomsten hoger zijn en die van de OTT lager. Het Nash-evenwicht zal zich nog steeds bij de strategieset HL bevinden. Dit scenario is goed te vergelijken met het scenario

voorkeursdistributie waarbij enkel de ISP voorkeursdistributie aanbiedt. In dat geval is er ook een apart marktdeel waarvan de klanten zich enkel bij de ISP aansluiten.

Voor de derde optie zal de curve van het aantal klanten er anders uitzien. De curve zal minder dalen voor de ISP aangezien zijn klanten nu rekening houden met de aanwezigheid van lokale content. De nieuwe *churn*, kruiselingse prijselasticiteit of marktverdelingsfunctie zal de overstap van klanten afremmen, waardoor de ISP meer klanten behoudt en dus ook meer inkomsten.

6.3.2 Het verlies van televisieabonnees

In het huidige model worden enkel de inkomsten meegerekend van de VOD-dienst zelf. Voor de ISP geldt echter dat een VOD-dienst meestal samenkomt met een tv-abonnement (cfr. Telenet). In het oorspronkelijke model werden deze inkomsten van de tv-abonnementen niet meegerekend en werd ervan uitgegaan dat de klant zijn tv-abonnement behoudt. In dit deel wordt besproken wat er gebeurt indien de ISP naast de inkomsten van zijn VOD-dienst ook de inkomsten van het tv-abonnement verliest, omdat de klant zijn tv-abonnement opzegt bij het overstappen naar de OTT.

6.3.2.1 Nodige aanpassingen aan het model

De aanpassingen aan het model zijn eenvoudig. De prijs van de VOD-service moet enkel aangepast worden zodat de inkomsten van het tv-abonnement erbij komen, maar voor het verdelen van de VOD-markt moet deze natuurlijk niet meegeteld worden. Op die manier komen de inkomsten van de tv-abonnees bij de inkomsten van de ISP per klant, terwijl het verliezen van een VOD-klant ook het verlies van een tv-abonnement inhoudt. Om een eerlijke vergelijking te kunnen maken moeten diezelfde inkomsten ook bij de oorspronkelijke resultaten geteld worden.

6.3.2.2 Verwachtingen voor de aanpassingen

Als de oorspronkelijke resultaten met de extra inkomsten vergeleken worden met de resultaten onder de nieuwe aanname, is het duidelijk dat de ISP bij klantenverlies meer inkomsten zal kwijtspelen. Daarom is het waarschijnlijk dat de ISP hier sneller een lage prijs zal aannemen. Hoewel hij minder inkomsten zal krijgen van zijn VOD-dienst, heeft hij wel meer inkomsten van zijn tv-abonnementen omdat hij meer klanten behoudt. Voor de OTT-speler zal de aanname geen effect hebben naast de lage prijs van de ISP. Voor de klanten kan het wel een effect hebben. Zolang er geen rekening gehouden wordt met de preferentie van de klanten voor een tv-abonnement, zal er niets veranderen. Zodra dit niet meer geldt, lijkt deze aanname sterk op deze met lokale content. Er zal een voorkeursfunctie moeten gedefinieerd worden die bepaalt hoe sterk de klanten gebonden zijn aan hun tv-abonnement. In dat geval zal ook de OTT minder klanten aantrekken, omdat klanten eerder geneigd zullen zijn om hun tv-abonnement te behouden. Zelfs dan lijkt het voor de ISP een goed idee om een lage prijs aan te nemen. Hij behoudt zo immers meer klanten en verkrijgt met andere woorden ook inkomsten van tv-abonnementen. Volgens (Telenet, 2014d) kost een kabelabonnement 15,35 euro per maand. Op een jaar komt dit neer op 184,2 euro. Deze inkomst plus de 174 euro voor de lage prijs (zie 4.4) is in totaal een verlies van 358,2 euro per verloren klant. Dit is al een veel groter verlies dan enkel de lage prijs in het basisnetneutraliteitsscenario. Het is dus waarschijnlijk dat de ISP een lage prijs zal aannemen om zo weinig mogelijk klanten te verliezen aan de OTT.

6.3.3 Meerdere spelers

Voor het bekijken van de invloed van meerdere spelers moeten er veel veranderingen aangebracht worden aan het model. Deze veranderingen zullen ook de nood voor nieuwe parameters met zich meebrengen alsook het definiëren van nieuwe marktverdelingsfuncties. Daarnaast zullen de nieuwe spelers elk over de eigen strategieën beschikken.

6.3.3.1 Meerdere Over-The-Top spelers

Indien er alleen meerdere OTT's aanwezig zijn in het spel, dan hoeft er niets aangepast te worden. De OTT's zullen elk bij dezelfde ISP aangesloten zijn en de marktverdeling zal verlopen zoals in het oorspronkelijk model. Het toevoegen van meerdere OTT's zal zorgen dat de klanten over meer spelers verdeeld worden en dat de winst voor elke speler zakt. Dit geeft de OTT's nog meer aanzet om hun prijs laag te zetten zodat zij zoveel mogelijk klanten aantrekken. Voor de ISP zal het zetten van een hoge prijs interessanter zijn aangezien alle klanten initieel bij hem aangesloten zijn en hij daar dus veel inkomsten uit kan vergaren.

In het geval van voorkeursdistributie hebben de OTT's ook de mogelijkheid om al dan niet voorkeursdistributie aan te bieden. Het is logisch dat de OTT's ook hier zullen verkiezen om voorkeursdistributie aan te bieden zodat zij de volledige markt kunnen bereiken.

6.3.3.2 Meerdere Internet Service Providers

Voor het toevoegen van meerdere ISP's komen er een aantal nieuwe factoren in het model:

- Verdeling van de internetabonnementen
- De keuze van de OTT voor een ISP
- Verdeling van de congestie per netwerk
- De keuze van de klant op basis van het scenario van de ISP

De verdeling van de internetabonnementen spreekt voor zich. Indien er meerdere ISP's zijn, zullen die ISP's minder inkomsten ontvangen van internetklanten omdat deze nu verdeeld zijn over de ISP's. Deze verdeling kan opnieuw bepaald worden via het marktmodel dat via de prijs de verdeling berekent. Hiervoor zijn een aantal extra parameters nodig:

- De prijzen van de internetabonnementen
- De eigen en kruiselingse prijselasticiteit voor internetaanbiedingen
- De initiële marktaandelen op de internetmarkt
- De *churn* voor internetdiensten
- Het marktpotentieel voor de internetmarkt
- De aanwezigheid van peeringcontracten tussen de ISP's

Dit laatste geeft aan dat twee ISP's een contractuele verbintenis hebben gesloten dat zij voor het transporteren van elkaars datastromen geen extra vergoeding zullen vragen. Indien ISP's dit niet doen, dan zullen zij elkaar een transitkost vragen voor het verzenden van data over hun netwerk.

De keuze van een OTT voor een ISP hangt voornamelijk af van het scenario waarin de ISP zich bevindt. Uit de vergelijking in deel 5.7 blijkt dat netwerkuitbreiding voor de OTT de gunstigste strategie vormt. Het is dan ook logisch dat de OTT voor de ISP kiest die het meest winstgevende scenario voor hem heeft. Er zal dus een rangorde moeten opgesteld worden van de scenario's. Daarnaast ondervindt de OTT ook last van de congestie op een netwerk. Indien alle OTT's op

hetzelfde (niet uitgebreide) netwerk zitten, dan kan het misschien voordeliger zijn dat de OTT zich naar een minder gunstig scenario begeeft, maar waar het toch meer klanten (en daaruit volgend inkomsten) zal hebben omdat de congestie minder sterk is.

Naast de verdeling van de OTT's moet ook de congestie verdeeld worden per netwerk. Als een klant kiest voor een OTT die niet op het netwerk zit van de ISP waarbij de klant aangesloten is, dan zal zijn verkeer zowel over het netwerk van zijn ISP gaan, als over het netwerk van de ISP waarbij de OTT aangesloten is. Voor deze aanpassing moet er dus een formule komen die berekent hoe de congestie op een datastroom zich aanpast aan het veranderen van netwerk. Verder moet ook gezorgd worden dat elk netwerk vanaf het begin zijn capaciteit heeft bereikt om te voldoen aan de klachten van de ISP's dat zij nu al congestie ondervinden.

Het laatste en moeilijkste punt is de reactie van de klant op de combinatie van de prijs, de congestie en het scenario van de ISP. De moeilijkheid bevindt zich in de ontevredenheid van de klant over de VOD-dienst die zich doortrekt naar het veranderen van internetprovider. Er moet een formule komen die aangeeft op welk moment de klant zoveel last ondervindt van de VOD-dienst dat hij bereid is om zijn internetabonnement te veranderen. Dit wordt nog moeilijker gemaakt indien de prijs van de VOD-dienst en het internetabonnement van de ISP met het ongunstige scenario lager zijn dan die van de ISP met het betere scenario.

6.3.3.3 Verwachtingen bij het toevoegen van spelers

Het toevoegen van meerdere spelers zal als voornaamste effect hebben dat de klanten verdeeld worden onder meer spelers en dat er dus minder inkomsten per speler zullen zijn. Het tweede effect zal liggen in de keuze van de OTT voor het beste scenario. Dit kan gemodelleerd worden als een extra strategie, waarbij elke ISP een strategiekeuze is. De klanten zullen ook een ISP moeten kiezen voor hun internetabonnement. Aangezien de inkomsten van de internetabonnementen groter zijn dan deze van de VOD-dienst, zal deze keuze een belangrijke invloed hebben op de winst van de ISP. Dit kan een extra stimulans zijn voor de ISP om voor netwerkuitbreiding te kiezen. Een klant die keuze heeft tussen een ISP met congestie en een ISP zonder congestie zal eerder kiezen voor diegene met netwerkuitbreiding, tenzij deze veel duurder is. Verder zal de congestie verdeeld worden over de netwerken. Dit heeft als gevolg dat klanten van een OTT die aangesloten is bij een ISP met netwerkuitbreiding niet noodzakelijk geen congestie ondervinden. Indien zij voor hun internet aangesloten zijn bij een ISP met congestie op het netwerk, dan zal de datastroom van de OTT toch congestie ondervinden zolang hij door dit netwerk moet.

De implicaties van het toevoegen van meerdere spelers zijn dus complex en het onderzoeken hiervan kan zeer relevant zijn. Verder onderzoek hiernaar kan aantonen of competitie de ISP kan aanzetten tot lage prijzen en netwerkuitbreiding. Door de complexe aard van de interacties tussen de spelers, de strategieën en de scenario's worden er hier verder geen uitspraken gedaan over de verwachte uitkomst van een economisch spel. Wel wordt er opgemerkt dat de daling van de inkomsten voor elke speler ervoor zorgt dat de relatieve impact van de investeringen in DPI-apparatuur en netwerkuitbreiding groter wordt. Dit zet kracht bij het argument van de ISP's dat hun netwerkuitbreiding zeer kostelijk uitvalt, maar geeft de OTT's ook nog meer reden geen winst af te staan, aangezien zij al veel minder winst maken dan de ISP's.

6.3.4 Samenvatting

Voor alle aannames zullen er aanpassingen moeten gebeuren aan het model. Deze aanpassingen kunnen eenvoudig zijn in het geval van de aannames rond lokale content en televisieabonnees, maar voor het toevoegen van meerdere spelers (en voornamelijk ISP's) dienen er complexe aanpassingen te gebeuren.

De verwachtingen voor de lokale content geven aan dat de ISP meer inkomsten en klanten zal hebben. Voor de televisieabonnementen zal het Nash-evenwicht waarschijnlijk verschuiven naar de strategieset LL. De reden hiervoor is dat de verliezen van de ISP nu veel groter zijn bij het kwijtraken van klanten, omdat hij zowel de VOD-inkomsten als de inkomsten van de televisieabonnementen misloopt.

De moeilijkste aanname om goed in te schatten is de toevoeging van meerdere spelers. Het is duidelijk dat de spelers hier minder inkomsten zullen ontvangen omdat de klanten meer verdeeld worden. Verder is de verdeling van de klanten niet eenvoudig te voorspellen, omdat de klanten een ingewikkelde keuze moeten maken tussen providers. Die keuze hangt af van de prijzen van de spelers op vlak van internetabonnementen en VOD-service, maar ook van het soort scenario waar de ISP zich in bevindt. Daarnaast moet ook de OTT een keuze maken tussen de ISP's waarbij hij zich wil aansluiten. Deze keuze is afhankelijk van het scenario, maar ook van de congestie op het netwerk van de ISP.

De aanname met meerdere spelers is duidelijk de moeilijkste, maar ook de interessantste, aangezien deze aanname kan bepalen of de keuze van de EU om netneutraliteit te behouden via competitie een goede aanpak is (zie 2.3.1.1). Daarom vormt dit een mogelijk onderzoeksonderwerp voor toekomstige studies waarbij gebruik kan gemaakt worden van het model, de parameters en de resultaten van dit onderzoek.

Hoofdstuk 7

Conclusie

De definitie van NN (Netneutraliteit) beschrijft dat, op enkele uitzonderingen na, de communicatie over een netwerk gelijk moet worden behandeld onafhankelijk van de inhoud, het soort applicatie, de dienst die verwezenlijkt wordt, het apparaat voor communicatie, de afzender en de ontvanger. De vermelde uitzonderingen houden meestal het toepassen van redelijk netwerkbeheer in, waarmee bedoeld wordt dat de ISP (Internet Service Provider) datastromen mag vertragen om congestie op zijn netwerk te verminderen, zolang hij dit toepast op een manier waarbij elke soort data een gelijke behandeling krijgt.

Eerst werd dieper ingegaan op deze definitie en werd de evolutie van de wetgeving rond NN besproken. Er werd vastgesteld dat er in de EU momenteel wetten aangemaakt worden die netneutraliteit moeten garanderen, terwijl in de VS (Verenigde Staten) net de regels rond netneutraliteit nietig verklaard werden. Zowel in de EU als in de VS wordt de nadruk gelegd op de transparantie van netwerkbeheer, het verbod op blokkeren van bepaalde applicaties of datastromen en het tegengaan van discriminerend netwerkbeheer. Allebei ondervonden zij problemen met het correct formuleren van wetten zodat de regels enerzijds de competitie en innovatie niet beperken en anderzijds het nodige netwerkbeheer van de ISP toestaan. Beide gebieden hebben hun wetgeving zien evolueren om op te treden tegen praktijken van de ISP's, die strijdig zijn met het concept van NN.

Wetenschappelijk onderzoek heeft al conclusies gevormd over het gebruik van NN en no-NN. Daarbij werd gekeken naar ISP's die onder NN of no-NN een bepaalde behandeling gaven aan OTT (Over-The-Top) applicaties. De belangrijke punten die daarin naar voren kwamen waren:

1. De ISP's winnen in het algemeen bij no-NN, terwijl de OTT's erbij verliezen.
2. Een ISP is meer geneigd om zijn netwerk uit te breiden bij NN.
3. De ISP kan de OTT de keuze geven om zijn klanten een betere kwaliteit te leveren tegen een bepaalde prijs. De OTT zal dit steeds doen, omdat hij anders uit de markt gespeeld wordt door andere applicaties die dit wel aanbieden.
4. No-NN zorgt voor een belemmering van de competitie en innovatie op de markt.

Over het al dan niet opnemen van NN in de wetgeving werd al veel gedebatteerd door voorstanders en tegenstanders van NN. De ISP's zijn in vele gevallen de tegenstanders, omdat NN hun mogelijke opties reduceert voor het omgaan met congestie en inkomstenverlies door OTT-applicaties. De voorstanders zijn de OTT's, die NN zien als hun bescherming tegen anticompetitieve praktijken van de ISP's. De ISP's vinden dat de OTT-applicaties die hun netwerken overbelasten met data een

bijdrage moeten leveren aan de uitbreiding van het netwerk, omdat de ISP's deze uitbreiding zelf niet meer kunnen bekostigen. De OTT's argumenteren op hun beurt dat de ISP's deze uitbreiding zelf kunnen betalen met de inkomsten van hun internetabonnementen. Ook halen ze aan dat de ISP's hun concurrerende applicaties vertragen of blokkeren en dat de ISP's hiermee de concurrentie en innovatie op de markt beperken.

Onderzoek naar bestaande cases gaf hierbij aan dat de ISP's zekere praktijken gebruiken om congestie tegen te gaan en om hun inkomstenverlies te compenseren. Deze praktijken hielden in dat de ISP:

- De applicaties van een OTT vertraagde of blokkeerde.
- Een extra toeslag legde op klanten die een concurrerende applicatie gebruikten.
- De eigen of andere data een voorkeursbehandeling gaf.

In dit onderzoek werd daarom via speltheorie nagegaan welke mogelijkheden er zijn voor een ISP om inkomstenverlies en congestie door OTT-applicaties tegen te gaan onder NN en no-NN. De resultaten gaven daarbij kracht aan de argumentatie van de spelers of sprak ze net tegen. Daarnaast werden aanbevelingen gemaakt voor de regulator over het opstellen of veranderen van de besproken wetgeving rond NN.

Bij het onderzoek naar de praktijken voor de ISP, kwamen mogelijke scenario's naar voren, die de ISP zou kunnen implementeren als oplossing voor de congestie en het inkomstenverlies. De volgende scenario's werden gekozen als mogelijkheden voor de ISP:

- Basisnetneutraliteit: de ISP breidt zijn netwerk niet uit en verdeelt de bandbreedte eerlijk over alle spelers.
- Netwerkuitbreiding: de ISP breidt zijn netwerk uit met *node splitting* (cfr. Telenet) zodat er geen congestie meer optreedt op het netwerk. De bandbreedte wordt eerlijk verdeeld, maar de ISP doet een grote investering.
- Dominante ISP: in dit scenario breidt de ISP niet uit, maar neemt hij zijn eigen klanten voor op die van de OTT. Als gevolg ontstaat er meer congestie voor de OTT en bijna geen voor de ISP.
- Toegangskost: als compensatie voor het gebruik van de service van de OTT, vraagt de ISP een toeslag aan de klanten van de OTT. Het netwerk wordt niet uitgebreid en de bandbreedte wordt eerlijk verdeeld.
- Voorkeursdistributie: klanten van de ISP die een betere verbinding wensen, kunnen een VDV (Voorkeursdistributievergoeding) betalen om zo extra bandbreedte te verkrijgen. De ISP houdt daarvoor maximum 50% van zijn capaciteit vrij. De andere klanten ondervinden hierdoor meer congestie. De OTT kan kiezen of hij de eventueel resterende voorbehouden bandbreedte wil gebruiken om zijn eigen klanten een betere verbinding aan te bieden en betaalt hiervoor ook de VDV voor zijn klanten.

Vervolgens werden deze scenario's gemodelleerd voor het gebruik in een economisch spel. In dit spel werden met de modellen de NAW (Netto Actuele Waarde) en het aantal klanten na 10 jaar berekend voor beide spelers. Deze waarden werden uitgerekend voor de prijsstrategieën die de spelers aannamen. Beide spelers hadden daarbij een hoge en een lage prijs als strategie. Voor elk scenario werden het Nash-evenwicht en de Pareto-evenwichten achterhaald. Deze evenwichten gaven aan welke keuzes de spelers maakten in het spel op basis van de winstfunctie, die werd

voorgesteld door de NAW of het aantal klanten. Elk scenario werd op deze manier geëvalueerd onder de aanname dat de OTT net op de VOD (Video On Demand) markt komt, die volledig in handen is van de ISP. De klantenverdeling over de analyseperiode wordt daarbij berekend aan de hand van een bestaand marktmodel dat gebruik maakt van het verschil in prijs, de prijselasticiteiten van de markt en het percentage klanten dat jaarlijks kan en wil veranderen van provider. Hieruit volgt onmiddellijk het aantal klanten na 10 jaar en met de klantenverdeling wordt de NAW bepaald. Elke prijscombinatie levert hierbij een ander resultaat. De geprefereerde prijzen voor elke winstfunctie (NAW en aantal klanten) worden aangegeven door het Nash-evenwicht van het spel. In dit evenwicht zal geen enkele speler zijn winst kunnen vergroten door enkel zijn eigen strategie aan te passen.

Uit de resultaten en de parameteranalyse konden enkele belangrijke conclusies getrokken worden voor onze onderzoeksvraag:

- Ten eerste is het Nash-evenwicht in elk scenario de prijsstrategie waarbij de ISP de hoge prijs aanneemt en de OTT een lage prijs. De optimale prijs voor de OTT is deze waarbij de OTT net alle vrije klanten op de markt naar zich toe trekt. De ISP probeert, voor een aannemelijke variatie van de prijs, steeds zijn prijs zo hoog mogelijk te leggen. Dit fenomeen doet zich voor omdat de ISP steeds begint met de volledige markt in handen, waardoor hij het merendeel van zijn inkomsten verzamelt in de eerste jaren.
- De vorige conclusie werd genuanceerd bij het analyseren van de initiële marktaandelen. Als het marktaandeel van de ISP daalde met 14%, veranderde het Nash-evenwicht naar de situatie waar de ISP een lage prijs zet en de OTT een hoge prijs aanneemt. Indien de spelers van prijzen kunnen veranderen tijdens het spel, zal het Nash-evenwicht al vanaf het derde jaar verschuiven.
- Als de ISP vrij mag kiezen tussen de scenario's, dan zal deze kiezen voor het dominante ISP-scenario aangezien deze hier het meeste winst maakt en de OTT uit de markt speelt. Indien netneutraliteit verplicht wordt, dan zal de ISP het netwerk niet uitbreiden als hij enkel op winst uit is. Dit spreekt punt 2 van de bevindingen in andere wetenschappelijke artikels niet noodzakelijk tegen. Het Nash-evenwicht voor het aantal klanten onder NN ligt immers bij het netwerkuitbreidingsscenario, waardoor het dus perfect mogelijk is dat de ISP toch liever uitbreidt met oog op de toekomst.
- Alle no-NN-scenario's waarbij de ISP enkel zelf voordeel wil behalen, zorgen voor een grotere winst voor de ISP dan de NN-scenario's. Dit stemt overeen met punt 1 van de conclusies van eerder onderzoek rond NN. Aan de andere kant verliest de OTT telkens inkomen in de no-NN-scenario's, wat overeenkomt met punt 4.
- De netwerkuitbreiding kan niet bekostigd worden met de extra inkomsten die vergaard worden in de scenario's met toegangskost en voorkeursdistributie. Het argument om dit als tijdelijk scenario te gebruiken om de verzamelde inkomsten aan te wenden voor netwerkuitbreiding is daarmee ongeldig.
- Het argument van de ISP's dat zij de netwerkuitbreiding niet meer kunnen betalen en dus netwerkbeheer moeten toepassen is ongeldig onder de voorwaarde dat de gekozen netwerkuitbreiding de congestieproblemen oplost.
- In tegenstelling tot de conclusie van eerder onderzoek in punt 3, zal de OTT niet uit de markt gespeeld worden in het voorkeursdistributiescenario. De OTT verliest wel een

volledig deel van de markt, namelijk de klanten die geïnteresseerd zijn in het bijbetalen voor betere kwaliteit.

De regulator kan gezien worden als een derde speler in het spel die beperkingen kan opleggen op de keuze van het scenario. Hierbij werden aan deze regulators de volgende aanbevelingen meegegeven:

- ❖ Het verbieden van enige vorm van dominantie is aangeraden.
- ❖ Netneutraliteit in de wet opnemen is aangewezen voor het garanderen van een eerlijke competitie tussen de spelers.
- ❖ Het gebruik van praktijken zoals toegangskost en voorkeursdistributie zijn niet toereikend om de netwerkuitbreiding te betalen en moeten vermeden worden. Voorkeursdistributie kan wel toegestaan worden indien dit op een logisch afzonderlijk netwerk gebeurt waarbij normale klanten geen negatieve invloed ondervinden.

De EU lijkt in dit opzicht de aanbevolen weg in te slaan. Zij zullen NN en transparantie verplichten, een *no blocking rule* toepassen en discriminatie aan banden leggen, waarbij specifieke services (bv. voorkeursdistributie) op logisch aparte netwerken worden toegestaan indien zij normale internetservices niet hinderen. De VS zou echter best zijn recent voorgestelde regels aanpassen. Het aannemen van transparantie en een *no blocking rule* wordt aangeraden, maar de voor interpretatie vatbare definitie van commercieel aanvaardbare toepassingen zou kunnen leiden tot een beperking van competitiviteit en innovatie. Het is voor de regulator van de VS daarom aangewezen om specifiek de voorkeur voor eigen services ten opzichte van concurrerende services te verbieden. Het ontstaan van contracten tussen ISP's en OTT's voor voorkeursdistributie kan ook een negatieve invloed hebben op kleinere bedrijven die het geld niet hebben om voor voorkeursdistributie te betalen. Daarom moeten ook deze praktijken sterk gecontroleerd worden en liefst zelfs vermeden worden door het verplichten van NN.

Deze studie kan als basis dienen voor het analyseren van het toevoegen van meerdere spelers aan het spel. Het onderzoeken van meerdere spelers zal meer inzicht verschaffen in de prijsbepaling van de spelers, de reactie van de klant ten opzichte van de verschillende scenario's en zal een extra dimensie toevoegen wegens de competitie om de internetabonnementen. Ook kan toekomstig onderzoek gebruik maken van hetzelfde model om andere soorten internetapplicaties dan VOD te bestuderen. Het in kaart brengen van elke individuele applicatie kan een beter zicht geven op de oorzaak van congestie en hoe deze het beste opgelost kan worden. Ten laatste kunnen ook andere netwerkuitbreidingen bestudeerd worden op hun kost en oplossing voor congestieproblemen en de impact daarvan op de ISP. Daarbij is het van belang om te achterhalen of de ISP deze oplossing kan bekostigen met de inkomsten die hij haalt uit zijn internetabonnementen.

Bibliografie

- AGILONE. (2013). Netflix Leverages Data-Mining Increasing Revenue And So Can You! Retrieved from <http://www.agilone.com/predictive-marketing/netflix-leverages-data-mining-increasing-revenue-and-so-can-you/>
- Arcep. (2010). *Internet and network neutrality: proposals and recommendations*. Retrieved from http://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/net-neutralite-orientations-sept2010-eng.pdf
- Asis. (n.d.). Asis chassis. Retrieved from <http://www.asis-pro.com/drupal-7.14/?q=node/1>
- AT&T. (2014). AT&T Introduces Sponsored Data for Mobile Data Subscribers and Businesses. Retrieved April 13, 2014, from <http://www.att.com/gen/press-room?pid=25183&cdvn=news&newsarticleid=37366&mapcode=>
- Banerjee, A. (2013). *HOW DEMOGRAPHICS AFFECT PRICE SENSITIVITIES OF CONSUMERS OF VIDEO SERVICES* (pp. 1–11).
- Belgian Federal Government. (2010). Structuur van de bevolking volgens huishoudens: per jaar, gewest en grootte. Retrieved June 1, 2014, from http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/bevolking/structuur/huishoudens/jaar_gewest_grootte/
- Belgian Federal Government. (2012). ICT-gebruik in huishoudens. Retrieved from http://economie.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/arbeid_leven/ict/
- Belgian National Internet eXchange. (2014). BNIX rates. Retrieved July 21, 2014, from <http://www.bnix.net/en/rates>
- Belgische Kamer van Volksvertegenwoordigers Wetsvoorstel tot wijziging van de wet van 13 juni 2005 betreffende de elektronische communicatie, teneinde de neutraliteit van de internetnetwerken te waarborgen (2011).
- Belgische Kamer van Volksvertegenwoordigers Wetsvoorstel tot wijziging van de wet van 13 juni 2005 betreffende de elektronische communicatie, wat betreft de netneutraliteit (2011).
- Belgische Kamer van Volksvertegenwoordigers Belgisch staatsblad — 25.07.2012 (2012). Retrieved from <http://www.bipt.be/ShowDoc.aspx?objectID=3810&lang=nl>
- Benkard, L., Berry, S., Borenstein, S., Chevalier, J., Crawford, G., Kaiser, U., Murphy, K., et al. (2004). The consumer gains from direct broadcast satellites and the competition with cable tv. *Econometrica*, 72(2), 351–381.

- BEREC. (2012). *Draft Differentiation practices and related competition issues in the scope of Net Neutrality Draft report for public consultation*.
- BEREC, & European Commission. (2012). *A view of traffic management and other practices resulting in restrictions to the open Internet in Europe* (pp. 1–39). Retrieved from [file:///C:/Users/Niels/werk/Master2/Thesis/Literatuur/Na vergadering Reinhard/Traffic Management Investigation BEREC_2.pdf](file:///C:/Users/Niels/werk/Master2/Thesis/Literatuur/Na%20vergadering%20Reinhard/Traffic%20Management%20Investigation%20BEREC_2.pdf)
- BIPT. (2013). Het BIPT stelt voor om de bitsnelheid van functionele internettoegang vast te leggen op 1 Mbps.
- Brown, S. (2011). Churn rate had been rising steadily at Netflix. *San Francisco Business Times*. Retrieved from <http://www.bizjournals.com/sanfrancisco/news/2011/09/19/churn-rate-had-been-rising-netflix.html?page=all>
- Carrière. (n.d.). IT Technician Salaris. Retrieved January 5, 2013, from <http://carriere.kiovo.com/it-technician-salaris.html>
- Casier, K., Verbrugge, S., Meersman, R., Colle, D., Pickavet, M., & Demeester, P. (2008). A clear and balanced view on FTTH deployment costs. *Proceedings of FITCE Congress*.
- Cheng, H. K., Bandyopadhyay, S., & Guo, H. (2011). The Debate on Net Neutrality : A Policy Perspective. *Information Systems Research*, 1, 60–82.
- Cisco. (2012). *Cisco Visual Networking Index : Forecast and Methodology , 2011 – 2016* (pp. 1–16).
- Clark, C. R., & Schimmel, D. E. (2004). Scalable Pattern Matching for High Speed Networks. *IEEE Symposium on FieldProgrammable Custom Computing Machines*. Napa, California: IEEE.
- Conferentie van Regulators voor de elektronische Communicatiesector. (2011). *BESLISSING VAN DE CONFERENTIE VAN REGULATOREN VOOR DE ELEKTRONISCHE COMMUNICATIESECTOR (CRC) BETREFFENDE DE ANALYSE VAN DE MARKT VOOR TELEVISIEOMROEP IN HET* (pp. 1–343). Retrieved from <http://www.vlaamseregulatormedia.be/media/16511/20110718 - televisieomroepmarkt - non conf - ondertekende versie.pdf>
- Crocioni, P. (2011). Net Neutrality in Europe Desperately seeking a market failure.pdf. *Telecommunications Policy*, 35, 1 – 11.
- Der Spiegel. (2013). Flat-Rate Fiasco: Telekom Plan to Limit DSL Worries Berlin. Retrieved from <http://www.spiegel.de/international/business/government-wary-of-telekom-limits-on-flat-rate-dsl-access-a-896435.html>
- Digikey. (n.d.). Digikey DDR3. Retrieved from <http://www.digikey.com/scripts/dksearch/dksus.dll?FV=fff4001d,fff804fa&k=DDR3&vendor=0&mnonly=0&newproducts=0&ptm=0&fid=0&quantity=0&PV149=76&PV142=611&PV143=299&PV16=5655>
- Director-General Justice. (2013). Reply on new net neutrality rules from DG Just.
- Ebrodesign. (2014). Exponentiele groei. Retrieved January 16, 2014, from <http://wiskunde.ebrodesign.com/index.php?gr=2&id=34>
- Economides, N., & Tåg, J. (2009). Net Neutrality on the Internet : A Two-sided Market Analysis , 46(May), 1–45.
- EDRI. (2012). The European Parliament demands a net neutrality law. Retrieved April 13, 2014, from <http://edri.org/ep-netneutralitylaw/>

- European Commission. (2011). *29e JAARLIJKSE VERSLAG OVER DE CONTROLE OP DE TOEPASSING VAN HET EU-RECHT (2011)*. Retrieved from http://ec.europa.eu/eu_law/docs/docs_infringements/annual_report_29/com_2012_714_nl.pdf
- European Commission Universal Service Directive (2002). Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:108:0051:0077:NL:PDF>
- European Commission Electronic Communications Framework Directive (2002). Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:108:0033:0050:NL:PDF>
- European Commission. (2011). *The open internet and net neutrality in Europe*.
- European Commission. (2012a). Broadband competition. Retrieved from http://ec.europa.eu/competition/sectors/telecommunications/broadband_en.html
- European Commission. (2012b). *Belgium Telecommunication Market and Regulatory Developments*.
- European Commission. (2013a). Applying EU law. Retrieved from http://ec.europa.eu/atwork/applying-eu-law/index_en.htm
- European Commission. (2013b). Telecom user rights. Retrieved from <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/users-rights>
- FCC Open internet rules (2010). Retrieved from http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-10-201A1_Rcd.pdf
- FCC. (2014). *Protecting and Promoting the Open Internet NPRM* (pp. 1–99). Retrieved from <http://www.fcc.gov/document/protecting-and-promoting-open-internet-nprm>
- Felegyhazi, M., & Hubaux, J. (2006). *Game Theory in Wireless Networks : A Tutorial* (pp. 1–14).
- Fingas, J. (2013). Court rules that Deutsche Telekom can't throttle internet speeds on flat-rate plans. Retrieved from <http://www.engadget.com/2013/10/30/court-rules-that-deutsche-telekom-cant-throttle-internet-speeds/>
- Freescale. (n.d.). Freescale switch manager processor. Retrieved from http://www.freescale.com/webapp/sps/site/prod_summary.jsp?code=P2020&tab=Buy_Parametric_Tab&nodeId=018rH325E4017E&pspll=1&fromSearch=false#2
- Gabelmann, A. (2001). Regulating European telecommunications markets: unbundled access to the local loop outside urban areas. *Telecommunications Policy*, 25(10–11), 729–741. doi:10.1016/S0308-5961(01)00045-3
- GfK. (2012). Average Netflix User Watches 5 TV Shows, 3 Movies Per Week via the Service. Retrieved from <http://eon.businesswire.com/news/eon/20120906006405/en/over-the-top-viewing/streaming-video/Netflix>
- Gottfried, M. (2013). Bullish Investors See New Hope for Netflix Profit Stream. *The Wallstreet Journal*. Retrieved from <http://online.wsj.com/news/articles/SB20001424127887323511804578298460612658742>
- Gowan, B. (2012). What Netflix's 1 billion video hours streamed means for bandwidth. Retrieved from <http://www.ciena.com/connect/blog/What-Netflixs-1-billion-video-hours-streamed-means-for-bandwidth.html>
- Guo, H., Cheng, H. K., & Bandyopadhyay, S. (2012). Net Neutrality, Broadband Market Coverage, and Innovation at the Edge*. *Decision Sciences*, 43(1), 141–172. doi:10.1111/j.1540-5915.2011.00338.x

- Herrerra-Gonzalez, F. (2011). How many ladders of investment? *22nd European Regional ITS Conference*. Budapest.
- ICRI. (2012). *Studie over de netneutraliteit (Internet) en de maatregelen voor het beheer van het handelsverkeer*.
- Inside Market Research. (2006). Comparison of churn rates. Retrieved from <http://insidemr.blogspot.be/2006/06/comparison-of-churn-rates.html>
- itv media. (2012). *The VOD Nation* (pp. 1–2). Retrieved from http://www.itvmedia.co.uk/assets/itv_media_new_design/content/downloadables/the_vod_nation_2-page_summary.pdf
- Jones, M. (2014). Netflix, Inc. (NFLX): How Big Could The International Opportunity Be. Retrieved May 14, 2014, from <http://www.valuewalk.com/2014/03/netflix-inc-nflx-international-opportunity/>
- Knack. (2011). Telenet knijpt p2p-verkeer af. Retrieved April 13, 2014, from <http://datanews.knack.be/ict/nieuws/telenet-knijpt-p2p-verkeer-af/article-1195043219619.htm>
- Knack. (2013). Openstelling van de kabel is nu helemaal rond. Retrieved April 13, 2014, from <http://datanews.knack.be/ict/nieuws/openstelling-van-de-kabel-is-nu-helemaal-rond/article-4000473608220.htm#>
- Kontron. (2012). ATCA 40GbE 64-Core Packet Processor Blade:
- Kontron. (2013). E-mail with price for AT8242.
- Krämer, J., Wiewiorra, L., & Weinhardt, C. (2012). Net neutrality: A progress report. *Telecommunications Policy*, 1–56. doi:10.1016/j.telpol.2012.08.005
- Kroes, N. (2013a). REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL laying down measures to complete the European single market for electronic communications and to achieve a Connected Continent.
- Kroes, N. (2013b). The politics of the completing the telecoms single market.
- Lawler, R. (2012). Netflix Subscribers Watched 1 Billion Hours Of Video In June, Or More Than An Hour A Day On Average. Retrieved from <http://techcrunch.com/2012/07/03/netflix-subscribers-1-billion-hours/>
- Limaye, A. P., Glapa, M., El-sayed, M., & Gagen, P. (2008). *Impact of Bandwidth Demand Growth on HFC Network Networks 2008*. Retrieved from http://www.networks2008.org/data/upload/file/Technical/A2_3_Limaye_Glapa_El-Sayed_Gagen.pdf
- Luckerson, V. (2014). Netflix Gets a Speed Boost, Courtesy of Comcast. Retrieved May 14, 2014, from <http://time.com/96831/netflix-comcast-speeds-get-boost/>
- Marcus, J. S., GmbH, W., Tno, P. N., & Wik, K. C. (2011). *Network Neutrality : Challenges and responses in the EU and in the U . S .* (pp. 0–28).
- Marketingcharts. (2013). Who's using video on demand? Retrieved from <http://www.marketingcharts.com/wp/television/whos-using-video-on-demand-36645/>
- Marsden, C. (2013). Slovenian Electronic Communications Act (ZEKom-1). Retrieved July 20, 2014, from <http://www.scribd.com/doc/144614369/Slovenia-Net-Neutrality-law-2012#download>
- Martin, J., Fu, Y., Wourms, N., & Shaw, T. (2011). Characterizing Netflix Bandwidth Consumption, 1–7.

- Mayo, J. W., & Otsuka, Y. (1991). Demand , pricing , and regulation : evidence from the cable TV industry. *The RAND Journal of Economics*, 22(3), 396–410.
- McKinsey & Company. (2012). *Mobile OTT Threat or Opportunity*.
- Meyer, D. (2013). Deutsche Telekom's "anti-net-neutrality" plans alarm German government. Retrieved April 13, 2014, from <http://gigaom.com/2013/04/25/deutsche-telekoms-anti-net-neutrality-plans-alarm-german-government/>
- Meyer, D. (2014). European Parliament passes strong net neutrality law, along with major roaming reforms. Retrieved from <http://gigaom.com/2014/04/03/european-parliament-passes-strong-net-neutrality-law-along-with-major-roaming-reforms/>
- Mijn Energie. (2013). ELEKTRICITEIT (Mei 2013). Retrieved February 5, 2013, from <http://www.mijnenergie.be/energie-vergelijken-3-resultaten-?e=elektriciteit&c=particulier&cp=8400&i=1-N--N-2058-2058-----N-----0----0>
- Mouser. (n.d.). Mouser racks. Retrieved from http://sg.mouser.com/Enclosures/Racks-Rack-Cabinets/_/N-5g3u?P=1yzvmntZ1z0jsb4&Keyword=cabinets&FS=True
- Mueller, M. L., & Asghari, H. (2012). Deep packet inspection and bandwidth management_ Battles over BitTorrent in Canada and the United States.pdf. *Telecommunications Policy*, 36, 462–475.
- NBC news. (2007). Comcast blocks some internet traffic. Retrieved from http://www.nbcnews.com/id/21376597/#.Us7vj_TuLNg
- Netflix. (2013). Internet Connection Speed Recommendations. Retrieved from <http://support.netflix.com/en/node/306#gsc.tab=0>
- Netflix. (2014a). Netflix Bandwidth Usage. Retrieved May 14, 2014, from <https://help.netflix.com/en/node/87>
- Netflix. (2014b). A Quick Update On Our Streaming Plans And Prices. Retrieved May 14, 2014, from <http://blog.netflix.com/2014/05/a-quick-update-on-our-streaming-plans.html>
- OASE. (2013). OASE Value network evaluation Deliverable 6.3, Available at <http://www.ict-oase.eu/> (pp. 54–91). Retrieved from http://ec.europa.eu/information_society/apps/projects/logos/5/249025/080/deliverables/001_OASEW_P6D63IMINDS31012013V10.pdf
- Ofcom. (2008). *Pay TV second consultation*.
- Olmos, A., & Castro, J. (2013). *Net Neutrality in the EU - Country Factsheets*. Retrieved from [http://www.openforumacademy.org/library/ofa-research/OFA Net Neutrality in the EU - Country Factsheets 20130905.pdf](http://www.openforumacademy.org/library/ofa-research/OFA%20Net%20Neutrality%20in%20the%20EU%20-%20Country%20Factsheets%2020130905.pdf)
- Ovum. (2012). ovum figures indicate that operators will lose 54bn by 2016 due to smartphone messaging apps. Retrieved from http://ovum.com/press_releases/ovum-figures-indicate-that-operators-will-lose-54bn-by-2016-due-to-smartphone-messaging-apps/
- Parsons, C. (2008). Deep Packet Inspection in Perspective : Tracing its lineage and surveillance potentials, 1–16.
- Phoenixelectronics. (n.d.). Phoenixelectronics multicore processors. Retrieved from <http://www.phoenicselectronics.com/cavium/processors-64-bit-multicore-mips.html>
- Pickavet, M., & Develde, C. (n.d.). *Cursus Multimedianeetwerken*.

- Ponemon Institute. (2010). *National Survey on Data Center Outages*. Retrieved from <http://www.inquirere.com/wp-content/uploads/2010/11/National-Survey-on-Data-Center-Outages.pdf>
- Radisys. (2013). E-mail with price of chassis.
- RTLNieuws.nl. (2011). KPN gaat datavreters blokkeren. Retrieved January 15, 2014, from <http://www.rtlnieuws.nl/nieuws/binnenland/kpn-gaat-datavreters-blokkeren>
- Schaake, M., & Rohde, J. Amendments to proposal for a regulation on the European single market for electronic communications (2014). European Parlement.
- Scherer, J., & Heinickel, C. (2013). *On the path to network neutrality : Germany goes solo*. Retrieved from http://www.bakermckenzie.com/files/Publication/e7f23560-60cd-4e20-8da4-4c57867b90ed/Presentation/PublicationAttachment/b9d2c3a9-f2be-469e-b1d1-4f986fa83557/ALGermanyNetworkNeutrality_Sept2013.pdf
- Simply Hired. (2013). Average Data Center Operations Engineer Salaries. Retrieved from <http://www.simplyhired.com/a/salary/search/q-data+center+operations+engineer>
- Stad Gent. (2012). gent buurtmonitor. Retrieved from <http://gent.buurtmonitor.be/>
- Tahon, M. (2013). *Flexibility, Competitive and Cooperative Interactions in Telecommunication Networks: a Model for Extended Techno-Economic Evaluation*. University Ghent, Belgium. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1854/LU-4196512>
- Taylor, L. D., Rappoport, P., Kridel, D., & Alleman, J. (2004). Estimating the Demand for Voice over IP Services. *Fifteenth Biennial Conference of the ITS*. Berlin, Germany.
- Telenet. (2008). Investor & Analyst Conference Technical Presentation. Retrieved from http://media.corporate-ir.net/media_files/IROL/24/241896/presentations/Network.pdf
- Telenet. (2011). *Telenet jaarverslag 2011*. Retrieved from http://media.tn-media.be/pdf/jaarverslag/telenetjaarverslag2011_nl.pdf
- Telenet. (2012). *Telenet jaarverslag 2012*. Retrieved from http://jaarverslag2012.telenet.be/ressources/nl/pdf/activiteitenverslag_2012.pdf
- Telenet. (2013a). Internet thuis. Retrieved from <http://telenet.be/219/nl/thuis/internet/internet-thuis>
- Telenet. (2013b). *Telenet jaarverslag 2013*. Retrieved from http://media.tn-media.be/pdf/corporate/jaarverslag2013_nl.pdf
- Telenet. (2014a). Telenet-netwerkbeheer. Retrieved April 13, 2014, from <http://klantenservice.telenet.be/content/telenetnetwerkbeheer>
- Telenet. (2014b). Wat is Rex? Retrieved January 18, 2014, from <http://telenet.be/nl/film-sport/rex>
- Telenet. (2014c). *Telenet Q1 2014 Telenet Group Holding NV Earnings Conference Call* (pp. 1–22).
- Telenet. (2014d). Tarieven televisie. Retrieved July 27, 2014, from <http://telenet.be/nl/tarieven/televisie>
- Tofel, K. C. (2012). TeliaSonera drops extra VoIP fees but raises rates. Retrieved from <http://gigaom.com/2012/09/25/teliasonera-drops-extra-voip-fees-but-raises-rates/>
- United States Court of Appeals for the district of Columbia circuit. (2014). *Verizon vs FCC*. Colombia. Retrieved from

[http://www.cadc.uscourts.gov/internet/opinions.nsf/3AF8B4D938CDEEA685257C6000532062/\\$file/11-1355-1474943.pdf](http://www.cadc.uscourts.gov/internet/opinions.nsf/3AF8B4D938CDEEA685257C6000532062/$file/11-1355-1474943.pdf)

Van Bruwaene, K. (2011). *Technische en economische aspecten van netwerkneutraliteit* (pp. 1–19).

Van der Wee, M., Casier, K., Bauters, K., Verbrugge, S., Colle, D., & Pickavet, M. (2012). A modular and hierarchically structured techno-economic model for FTTH deployments. *16th international conference on Optical Networking Design and Modeling, Proceedings* (pp. 1–6). New York, USA: IEEE.

Van Ooteghem J., Verbrugge S., Casier K., Colle D., P. M. (n.d.). *Cursus netwerkmodellering en ontwerp*.

Vandelanotte, J. (2012). Nieuwe telecomwet zorgt voor meer consumentenbescherming. Retrieved April 13, 2014, from <http://www.vandelanotte.belgium.be/nl/nieuwe-telecomwet-zorgt-voor-meer-consumentenbescherming>

Wikipedia. (2014a). FCC Open Internet Order 2010. Retrieved April 13, 2014, from http://en.wikipedia.org/wiki/FCC_Open_Internet_Order_2010

Wikipedia. (2014b). Verizon Communications Inc. v. Federal Communications Commission (2014). Retrieved April 13, 2014, from http://en.wikipedia.org/wiki/Verizon_Communications_Inc._v._Federal_Communications_Commission (2014)

Wikipedia. (2014c). Comcast Corp. v. FCC. Retrieved April 13, 2014, from http://en.wikipedia.org/wiki/Comcast_Corp._v._FCC

Wikipedia. (2014d). Hybrid Fibre Coaxial. Retrieved June 1, 2014, from http://nl.wikipedia.org/wiki/Hybrid_fibre-coaxial

Yamori, K., Ito, H., & Tanaka, Y. (2005). Optimum Pricing Methods for Multiple Guaranteed Bandwidth Service. *Proc. of the 2005 Networking and Electronic Commerce Research Conference*, (pp. 349–355).

Yu, F. (2006). *High Speed Deep Packet Inspection with Hardware Support*. University of California, Berkeley.

