



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Horizontale logistieke samenwerking onder onzekerheid

Lauren Wouters

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting supply chain management

PROMOTOR :

dr. Lotte VERDONCK



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2019
2020



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Horizontale logistieke samenwerking onder onzekerheid

Lauren Wouters

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting supply chain management

PROMOTOR :

dr. Lotte VERDONCK

Deze masterproef werd geschreven tijdens de COVID-19 crisis in 2020. Deze wereldwijde gezondheids crisis heeft mogelijk een impact gehad op het schrijf- en verwerkingsproces, de onderzoekshandelingen en de onderzoeksresultaten die aan de basis liggen van dit werkstuk.

Woord vooraf

Na het behalen van mijn bachelordiploma op professioneel niveau, heb ik de keuze gemaakt om het schakeljaar handelswetenschappen aan te vatten aan de Universiteit Hasselt. Tijdens deze periode is mijn interesse in logistiek en supply chain management sterk gegroeid. Deze interesse lag dan ook aan de basis voor mijn keuze voor de afstudeerrichting Supply Chain Management. Als sluitstuk van deze opleiding schreef ik de masterproef omtrent horizontale logistieke samenwerking. Dit onderwerp was reeds aan bod gekomen in bepaalde opleidingsonderdelen waardoor ik graag mijn kennis hiervan wou uitbreiden.

In de eerste plaats wil ik graag mijn promotor dr. Lotte Verdonck bedanken voor de uitstekende begeleiding. Ze gaf steeds zeer nuttige tips omtrent het schrijven van de masterproef en ook de feedback was steeds van zeer kwalitatieve aard. Dr. Verdonck stond eveneens altijd klaar om mijn vragen te beantwoorden. Daarnaast wil ik haar ook bedanken voor het verlenen van de datasets uit haar doctoraat. De datasets liggen aan de basis van het praktijkgedeelte in deze masterproef.

Ten slotte wil ik ook mijn familie en vrienden bedanken voor de steun die ze geboden hebben tijdens het schrijven van deze masterproef. Ze stonden steeds klaar voor mij en boden mij een luisterend oor wanneer dit nodig was. Mede dankzij hen heb ik dit sluitstuk van mijn opleiding aan de Universiteit Hasselt volbracht.

Lauren Wouters
Westerlo, juni 2020

Samenvatting

Individuele logistieke dienstverleners hebben het steeds moeilijker om hun bedrijf rendabel te maken en te houden. De rendabiliteit van bedrijven is doorheen de jaren gedaald door steeds kortere levenscyclussen van producten, sterke concurrentie op internationale markten, hoge verwachtingen van klanten, hogere complexiteit van producten en de maatschappelijke druk om externe effecten te verminderen. Logistieke dienstverleners zijn dus genoodzaakt om zowel individueel als samen met andere dienstverleners op zoek te gaan naar oplossingen en verbeteringen. Bijgevolg is er de laatste jaren steeds meer belangstelling voor verticale, horizontale en laterale logistieke samenwerkingen. In deze masterproef ligt de focus op horizontale logistieke samenwerking. Dit wordt omschreven als het identificeren en benutten van win-win situaties tussen bedrijven die actief zijn op hetzelfde niveau van de toeleveringsketen om zo hun prestaties te verbeteren. Horizontale logistieke samenwerkingen kunnen zorgen voor een verbetering van de productiviteit van kernactiviteiten, een verlaging van kosten van ondersteunende activiteiten en het kan bedrijven in staat stellen om volumes te behalen die niet haalbaar zijn voor individuele organisaties. Het uiteindelijke doel van een horizontale logistieke samenwerking is om de gehele toeleveringsketen te optimaliseren. In huidige literatuur over horizontale samenwerkingen wordt er hoofdzakelijk gewerkt met deterministische factoren. Echter strookt dit niet met de realiteit. In een horizontale logistieke samenwerking kunnen factoren zoals de klantenvraag en transportkosten veranderen. In deze masterproef wordt een antwoord gezocht op de volgende centrale onderzoeksvraag: 'Wat is het effect van verschillende stochastische factoren op de kostenvoordelen die in verband staan met horizontale logistieke samenwerking?'. Deze onderzoeksvraag wordt beantwoord door middel van het uitvoeren van een literatuur- en praktijkstudie. In de literatuurstudie komen de opportuniteiten, uitdagingen en operationele benaderingen van horizontale logistieke samenwerking aan bod. Daarnaast wordt het coöperatieve *facility location* probleem verduidelijkt. In het praktijkgedeelte van de masterproef worden acht discrete scenario's opgesteld, vertrekkend van een reeds bestaand basisscenario. Op deze scenario's worden analyses uitgevoerd met als doel het effect van stochastische parameters op de kosten en het besparingsniveau van een horizontale logistieke samenwerking te bestuderen.

Een horizontale logistieke samenwerking kan tot stand komen indien de logistieke dienstverlener zich bewust wordt van de noodzaak om samen te werken en de mogelijkheden die deze samenwerking biedt. De belangrijkste reden om toe te treden tot een samenwerking, is steeds van opportunistische aard. Door samen te werken kunnen deelnemers een buitengewone winst genereren die afzonderlijk niet door één van de bedrijven kan worden gegenereerd. De motivatie om samen te werken wordt gedreven door interne en externe motieven. Bij de interne motieven om horizontaal samen te werken, is het onderliggende doel steeds het beschermen of verbeteren van de economische situatie van de onderneming. Zo kan een uitbreiding van de bestaande geografische dekking of de capaciteit plaatsvinden of bestaande infrastructuur kan beter worden benut. De externe motieven hebben betrekking op veranderingen in het klantenbestand, de economische omgeving en de industrie van de dienstverlener in het algemeen. Zo kunnen leereffecten tussen partners, stijgende benzineprijzen of allianties en fusies tussen bestaande concurrenten motieven vormen om horizontaal samen te werken. Het aangaan van een horizontale logistieke samenwerking is echter vaak moeilijk omdat het veranderingen met zich mee brengt. De uitdagingen van horizontale

logistieke samenwerkingen kunnen grotendeels worden ondergebracht in vier categorieën: partnersselectie, verdelen van kosten en winsten, oneerlijke handelsposities tussen partners en informatie- en communicatietechnologie. Ten eerste is het selecteren van partners cruciaal voor het succes van de samenwerking, maar het is niet voldoende om de stabiliteit van de samenwerking op lange termijn te garanderen. In het selectieproces nemen logistieke dienstverleners een bewuste en voorzichtige houding aan, omdat samenwerken met een ongeschikte partner schadelijker kan zijn dan helemaal niet toe te treden tot een samenwerking. De basiselementen in het vinden van de juiste partner zijn: vertrouwen en betrokkenheid, operationele fit, strategische fit en culturele fit. De eerste twee factoren zijn de basis van elke succesvolle samenwerking, de laatste twee factoren winnen aan belang indien een logistieke dienstverlener een diepgaande en duurzame samenwerking wil creëren. Ten tweede kan het verdelen van de kosten en winsten een uitdaging vormen voor een horizontale logistieke samenwerking. Wantrouwen over de rechtvaardigheid van verdelingsmechanismen voor de besparingen van de samenwerking, kan zorgen dat samenwerkingen niet succesvol verlopen. Om de duurzaamheid van het samenwerkingsproject te garanderen op lange termijn, moeten de gemaakte logistieke kosten dus op een eerlijke manier over de partners verdeeld worden. Een derde uitdaging is de oneerlijke onderhandelingspositie tussen partners. Deze positie hangt af van de initiële sterke en zwakke punten van de partners, hoe deze in de loop van de tijd veranderen en de kans op concurrentieconflicten. Tot slot kan informatie- en communicatietechnologie een uitdaging vormen omdat op korte termijn de kosten voor een efficiënte communicatie laag genoeg moeten zijn. Nieuwe technologieën, zoals *enterprise resource planning*, hebben de communicatie tussen bedrijven sterk verbeterd.

In een horizontale samenwerking kunnen logistieke partners kostenvoordelen bekomen door drie verschillende operationele benaderingen: het delen van klantorders, het delen van voertuigcapaciteit en het delen van distributiecentra. Bij het delen van klantorders is het hoofddoel een betere afstemming tussen de marktvraag en de beschikbare transportmiddelen. De meest onderzochte techniek om een goede herverdeling te maken van orders is de gezamenlijke rittenplanning. Hierbij worden alle klantorders van alle deelnemende vervoerders verzameld, waarna voor alle orders tegelijkertijd optimale rittenschema's worden opgesteld met behulp van passende rittenplanningstechnieken. Dit kan leiden tot kostenreducties van 30% voor vervoerders. Ten tweede streven kleine en middelgrote ondernemingen naar een efficiënter beheer van de distributieactiviteiten bij het delen van voertuigcapaciteit. Een belangrijk onderdeel van deze operationele benadering is het terugdringen van lege backhauls die in Europa 25% van de wegtransportactiviteiten vertegenwoordigen. Het delen van voertuigcapaciteit zorgt ook voor een vermindering van de milieueffecten en het kan de ecologische voetafdruk van ondernemingen verkleinen omdat het aantal ritten verminderd wordt. De meest besproken oplossing voor dit optimalisatieprobleem is de mathematische programmering waarvoor verschillende modelleringen worden voorgesteld in de wetenschappelijke literatuur. Ten derde wordt het delen van distributiecentra gedefinieerd als het coöperatieve *facility location* probleem (FLP). Samenwerkende bedrijven streven naar een minimalisatie van de totale logistieke kosten door optimaal te beslissen over twee factoren: het openen van distributiecentra en het toewijzen van productstromen aan die distributiecentra. De te minimaliseren totale logistieke kosten bestaan uit de vaste kosten voor het openhouden van de distributiecentra en alle kosten van het primair transport (tussen bedrijfsdepots

en distributiecentra) en secundair transport (tussen distributiecentra en klantenzones). De set van potentiële locaties van distributiecentra varieert met de selectie van partners. De kostenverdeling vindt plaats tussen de vervoerders in de samenwerking. Wetenschappelijk onderzoek stelt dat het coöperatief FLP een gemiddeld besparingsniveau van 9% kan opleveren. Verschillende factoren kunnen invloed hebben op het besparingsniveau van het coöperatieve *facility location* probleem. Het werk van Verdonck et al. (2016) toont aan dat de vaste kosten van distributiecentra, het aantal bediende klantenzones, het aantal samenwerkingspartners en de mate van ongelijkheid van deze partners een effect hebben op de kostenbesparingen van een samenwerking waarin distributiecentra worden gedeeld.

In het praktijkgedeelte van de masterproef wordt het effect van stochastische factoren op het besparingsniveau van het coöperatief FLP onderzocht op basis van enkele discrete scenario's. De basis van het praktijkgedeelte is een case studie uit Verdonck (2017). Dit basisscenario stelt een horizontale samenwerking voor van drie vervoerders die producten verdelen in twee fasen aan tien klantenzones, van de centrale depots naar de distributiecentra en verder naar de klantenzones. Het besparingsniveau van dit basisscenario bedraagt 5,29%. In de opgestelde scenario's van de praktijkstudie zijn de parameters 'klantenvraag' en 'transportkosten' afzonderlijk van stochastische aard. In de scenario's van de klantenvraag wordt tweemaal een stijging en tweemaal een daling van de vraag onderzocht, terwijl in de scenario's van de transportkosten eenmaal een daling en driemaal een stijging wordt onderzocht. De scenario's van de klantenvraag zijn gebaseerd op het product bier, of algemener alcohol. De invloed van een laagseizoen, een marketingcampagne, een stijgend aantal klanten in de markt en een dalend inkomen wordt onderzocht. In de opgestelde scenario's van de transportkosten wordt rekening gehouden met dalende brandstofkosten, stijgende lonen voor vrachtwagenbestuurders, een stijging in de transportkosten door regulering van de overheid en een verhoogde beveiliging van transportnetwerken.

Het effect van de geanalyseerde scenario's op de totale samenwerkingskosten ligt bij de stochastische parameter klantenvraag in lijn met de verandering in de vraaggegevens. De samenwerkende partners in deze case studie kunnen bij een verandering in de vraag dus dezelfde verandering verwachten in het kostenniveau van de samenwerking. Een vraagdaling van 42% en 21,60% resulteert in een daling van de totale kosten van respectievelijk 40,89% en 21,22%. Deze kostendaling heeft ook effect op het besparingsniveau van de samenwerking. Het besparingsniveau van een samenwerking geeft weer hoeveel voordeel een vervoerder kan halen uit een horizontale logistieke samenwerking. In beide scenario's is het besparingsniveau respectievelijk gestegen naar 6,79% en 5,95%. Daarentegen resulteert een vraagstijging van 0,16% en 13% in een stijging van de kosten met respectievelijk 0,12% en 12,74%. Het besparingsniveau van deze vraagstijgingen is respectievelijk 5,31% en 3,71%. Bij een kleine aanpassing van de vraag kunnen de gebruikte transportmodi en distributiecentra beter benut worden, maar indien de vraagstijging groot is, daalt het besparingsniveau sterk waardoor de stimulans om samen te werken kleiner wordt.

Bij de analyses van de stochastische parameter transportkosten zijn in de geanalyseerde scenario's telkens kleine schommelingen op te merken in de totale kosten van de samenwerking. Een daling in de transportkosten resulteert in een daling van de totale kosten van de samenwerking. Echter is een daling van de transportkosten niet gebruikelijk in de praktijk. Indien een stijging plaatsvindt in de

transportkosten, zal dit relatief kleine stijgingen teweegbrengen in de totale kosten van de samenwerkingen. Deze variëren tussen 0,05% en 0,76%. Het besparingsniveau in deze scenario's blijft bovendien relatief constant ten opzichte van het basisscenario. Uit de praktijkstudie kan worden geconcludeerd dat de stochastische parameter klantenvraag meer effect heeft dan de stochastische parameter transportkosten op zowel de totale kosten als het besparingsniveau van de geanalyseerde horizontale logistieke samenwerkingen.

Ondanks de academische en praktische meerwaarde van deze masterproef zijn er ook enkele beperkingen op te merken. In de literatuurstudie kan verder onderzoek worden gedaan naar de verschillende kosttoewijzingsmechanismen om de verdeling van de besparingen correct te kunnen toewijzen. In het praktijkgedeelte van deze masterproef werd bij de stochastische parameter klantenvraag verondersteld dat het enkel om de vraag naar bier ging. Voor andere producten kan de vraag andere schommelingen aannemen. Daarnaast werd het effect onderzocht van slechts vier discrete scenario's voor zowel de klantenvraag als de transportkosten. De praktijkstudie zou kunnen worden uitgebreid om een betere trend te kunnen weergeven in het effect op het besparingsniveau. De dataset waarop het praktijkgedeelte steunt, is gebaseerd op gegevens uit het Verenigd Koninkrijk. Om een accurater beeld te krijgen van het besparingsniveau bij stochastische parameters in horizontale logistieke samenwerkingen, kunnen de cijfergegevens worden uitgebreid naar andere landen of Europa. Daarnaast zijn de gegevens van de maximale capaciteit van distributiecentra constant gehouden. In verder onderzoek kan deze capaciteit aangepast worden of een vervoerder kan nieuwe distributiecentra verwerven. Op deze manier wordt een meer compleet beeld gegeven van het besparingsniveau van horizontale logistieke samenwerkingen.

Inhoudsopgave

Woord vooraf.....	I
Samenvatting	III
Overzicht tabellen en figuren	IX
Inleiding.....	1
1.1 Probleemstelling	1
1.2 Onderzoeksvragen	3
1.3 Methodologie	4
Literatuurstudie	5
2 Introductie.....	5
3 Opportuïteiten van horizontale logistieke samenwerking	7
4 Uitdagingen van horizontale logistieke samenwerking.....	9
4.1 Partnersselectie	9
4.2 Verdelen van de winsten	11
4.3 Oneerlijke onderhandelingsposities tussen partners.....	13
4.4 Informatie- en communicatietechnologie (ICT)	13
5 Operationele benaderingen van horizontale logistieke samenwerking	15
5.1 Delen van klantorders.....	15
5.2 Delen van voertuigcapaciteit.....	18
6 Facility location probleem	23
6.1 Introductie	23
Praktijkstudie.....	29
7 Introductie.....	29
8 Wiskundig model	29
9 Scenario's.....	31
9.1 Basisscenario.....	31
9.2 Klantenvraag	33
9.3 Transportkosten.....	38
10 Analyse scenario's.....	43
10.1 Basisscenario	43
10.2 Klantenvraag	43
10.3 Transportkosten	46

10.4	Conclusie analyse scenario's	48
11	Conclusie	51
	Beperkingen van het onderzoek	55
	Bijlagen	57
	Bijlage 1: Gemiddelde bierconsumptie in Italië	57
	Bijlage 2: Brandstofkosten scenario	58
	Bijlage 3: Lonen van vrachtwagenbestuurders scenario	59
	Bijlage 4: Regulering van de overheid scenario	60
	Bijlage 5: Verhoogde beveiliging van transportnetwerken scenario	61
	Bibliografie	63

Overzicht tabellen en figuren

Tabellen

Tabel 1: Interne motieven voor horizontale samenwerking	7
Tabel 2: Externe motieven voor horizontale samenwerking.....	8
Tabel 3: Synergieën bij de operationele benaderingen van horizontale logistieke samenwerking (Cruijssen & Salomon, 2004)	15
Tabel 4: Notatie CCFLP data (Verdonck, 2017).....	30
Tabel 5: Notatie CCFLP beslissingsvariabelen (Verdonck, 2017)	30
Tabel 6: Vraaggegevens basisscenario (Verdonck, 2017).....	32
Tabel 7: Primaire transportkosten basisscenario (Verdonck, 2017)	32
Tabel 8: Secundaire transportkosten basisscenario (Verdonck, 2017)	33
Tabel 9: Consumptiegegevens voor het hoog- en laagseizoen uit Silm en Ahas (2005).....	35
Tabel 10: Consumptiegegevens voor het hoog- en laagseizoen uit Marques-Vidal (2008)	35
Tabel 11: Vraaggegevens seizoenen	35
Tabel 12: Vraaggegevens marketing	36
Tabel 13: Vraaggegevens aantal klanten in de markt	36
Tabel 14: Inkomenselasticiteit voor alcohol (Fogarty, 2010)	37
Tabel 15: Gehuwde persoon met twee kinderen ten laste + partner met eigen inkomen (Bollen, 2020)	37
Tabel 16: Alleenstaande persoon zonder kinderen (Bollen, 2020)	37
Tabel 17: Vraaggegevens daling inkomen.....	37
Tabel 18: Kostenstructuur basisscenario	43
Tabel 19: Geopende distributiecentra basisscenario	43
Tabel 20: Kostenstructuur seizoenen scenario	44
Tabel 21: Geopende distributiecentra seizoenen scenario	44
Tabel 22: Kostenstructuur marketing scenario	44
Tabel 23: Geopende distributiecentra marketing scenario	45
Tabel 24: Kostenstructuur aantal klanten in de markt scenario	45
Tabel 25: Geopende distributiecentra aantal klanten in de markt scenario	45
Tabel 26: Kostenstructuur inkomen scenario.....	46
Tabel 27: Geopende distributiecentra inkomen scenario	46
Tabel 28: Kostenstructuur brandstofkosten scenario	46
Tabel 29: Geopende distributiecentra brandstofkosten scenario	46
Tabel 30: Kostenstructuur lonen van vrachtwagenbestuurders scenario	47
Tabel 31: Geopende distributiecentra lonen van vrachtwagenbestuurders scenario	47
Tabel 32: Kostenstructuur regulering van de overheid scenario	47
Tabel 33: Geopende distributiecentra regulering van de overheid scenario	47
Tabel 34: Kostenstructuur verhoogde beveiliging van transportnetwerken scenario	48
Tabel 35: Geopende distributiecentra verhoogde beveiliging van transportnetwerken scenario	48
Tabel 36: Effect van de klantenvraag en transportkosten scenario's op de totale kosten en het besparingsniveau van de bestudeerde case studies.....	50

Figuren

Figuur 1: Multi-company two-stage supply network, met primair transport tussen de centrale depots en de distributiecentra en secundair transport tussen de distributiecentra en de klantenzones (Verdonck et al., 2016).....	24
Figuur 2: Geografische locaties van de centrale depots, distributiecentra en klantenzones voor vervoerder A, B en C (Verdonck et al., 2016).....	32
Figuur 3: Verkooppercentage van bier in Estland (Silm & Ahas, 2005)	34
Figuur 4: Gemiddelde bierconsumptie in Italië (Marques-Vidal, 2008)	34
Figuur 5: Componenten transportkosten (De Wilde & Hoozemans, 2016)	38
Figuur 6: kostprijs diesel in de periode van 01/10/2019 tot en met 21/04/2020 (Belgische Petroleum Federatie, 2020)	39

Inleiding

1.1 Probleemstelling

Individuele logistieke dienstverleners hebben het steeds moeilijker om hun bedrijf rendabel te maken en te houden. Door steeds kortere levenscyclussen van producten, sterke concurrentie op internationale markten, hogere verwachtingen van klanten, hogere complexiteit van producten en de maatschappelijke druk om de externe effecten van wegvervoer te verminderen, is de rendabiliteit van bedrijven doorheen de jaren gedaald (Cruijssen, Dullaert, & Fleuren, 2007b; Martin, Verdonck, Caris, & Depaire, 2018). Logistieke dienstverleners willen daarom de kosten van niet-waarde toevoegende activiteiten, zoals distributie of opslag, sterk verlagen (Cruijssen et al., 2007b). De druk om kosten te verlagen, komt niet enkel van de consument maar wordt ook veroorzaakt door toenemende veiligheidsvoorschriften, bevoorradingsproblemen, stijgende brandstofprijzen, chauffeurstekorten of verhoogde verzekeringspremies (Mason, Lalwani, & Boughton, 2007). Logistieke dienstverleners zijn dus genoodzaakt om zowel individueel als samen met andere dienstverleners op zoek te gaan naar oplossingen en verbeteringen. In deze context, is er de laatste jaren meer belangstelling voor verticale, horizontale en laterale logistieke samenwerkingen. Er bestaat een aanzienlijke hoeveelheid aan onderzoek naar de voordelen en opportuniteiten van verticale samenwerking tussen verschillende spelers in de waardeketen. Verticale samenwerking is *supply chain management*¹ waarbij leveranciers, fabrikanten, magazijnen en winkels efficiënt worden gecombineerd zodat goederen in de juiste hoeveelheden, op de juiste locaties en op het juiste moment worden geproduceerd en gedistribueerd. Dit om de kosten voor de hele toeleveringsketen te minimaliseren en tegelijkertijd te voldoen aan de eisen van het serviceniveau (Cruijssen et al., 2007b). De focus hierbij ligt vooral op het identificeren van zowel voordelen, als de kritische succesfactoren en de criteria die men gebruikt voor partnerselectie. Tot op heden is het meeste onderzoek gevoerd naar verladers² die *third-party logistics*³ (3PL) inhuren om het materiaalbeheer en de distributie van producten over te nemen (Cruijssen, Cools, & Dullaert, 2007a). Horizontale logistieke samenwerking wordt omschreven als het identificeren en benutten van win-winsituaties tussen bedrijven die actief zijn op hetzelfde niveau van de toeleveringsketen om zo hun prestaties te verbeteren (Cruijssen et al., 2007b). Martin et al. (2018) omschrijven laterale samenwerkingen als samenwerkingen die gericht zijn op het verkrijgen van meer flexibiliteit door het actief combineren en delen van capaciteiten op zowel het verticale als horizontale niveau van de waardeketen. In deze masterproef ligt de focus op horizontale logistieke samenwerking.

In de scheepvaartsector en luchtvaartindustrie zijn horizontale logistieke samenwerkingen goed bestudeerd. Echter is de literatuur hierover in wegtransport beperkt. Horizontale logistieke samenwerking kan zorgen voor een verbetering van de productiviteit van kernactiviteiten, een verlaging van kosten van ondersteunende activiteiten en het kan bedrijven in staat stellen om volumes te behalen die niet haalbaar zijn voor individuele organisaties (Cruijssen et al., 2007a). Door samen te werken met andere transportorganisaties, kunnen vervoerders hun portfolio uitbreiden,

¹ Het coördineren van goederen door de toeleveringsketen alsook informatie-uitwisseling tussen partijen en het samenwerken tussen partijen op de meest efficiënte manier.

² Een partij in een logistieke keten die een lading door een vervoerder laat transporteren. Dit kan de producent zijn maar ook de ontvanger.

³ De onderneming zelf focust op de kernactiviteiten en besteedt de activiteiten op gebied van transport en logistiek uit. Dit is zowel het transport als bijvoorbeeld het beheren van magazijnen.

hun marktpositie versterken en een optimalere transportplanning creëren (Verdonck, Beullens, Caris, Ramaekers, & Janssens, 2016). Samenwerkingsverbanden moeten worden aangegaan alsook worden beheerd om de horizontale samenwerking goed te laten verlopen. Logistieke dienstverleners hebben echter nood aan goede informatie en ondersteuning, omdat ze eerder kleine tot middelgrote ondernemingen zijn. Dit kan de toegang tot expertise op het gebied van samenwerkingen beperken (Martin et al., 2018). Het uiteindelijke doel van horizontale logistieke samenwerking is niet enkel het verbeteren van de combinatie van verschillende transportmodi maar om de gehele toeleveringsketen te optimaliseren (Mason et al., 2007).

Cruijssen et al. (2007b) onderscheiden vier verschillende types van horizontale samenwerking. *Coexistence* wordt omschreven als een relatie zonder economische uitwisselingen en waarbij er afzonderlijke doelen gesteld zijn (Cruijssen et al., 2007b). Ze zijn dus geen concurrenten en ook geen samenwerkende partners (Serrano-Hernández, Juan, Faulin, & Perez-Bernabeu, 2017). Bij *cooperation* zijn er hechte banden tussen niet-concurrerende bedrijven die gemeenschappelijke doelen hebben (Cruijssen et al., 2007b). Zes belangrijke factoren bepalen het niveau van *cooperation*, namelijk: contractuele draagwijdte (type van overeenkomst), organisatorisch toepassingsgebied (aantal deelnemende partners), functioneel toepassingsgebied (aantal partners in elk functioneel gebied), geografisch toepassingsgebied (waar de samenwerking tot stand komt), service-bereik (welke diensten worden aangeboden) en de omvang van de middelen (bedrijfskenmerken van elke partner) (Serrano-Hernández et al., 2017). Ten derde bestaat *basic competition* uit een actie-reactie patroon waarbij bedrijven hetzelfde klantsegment bedienen en vertrouwen op dezelfde of vergelijkbare leveranciers (Cruijssen et al., 2007b). Tot slot is er *co-opetition* waarbij bedrijven gezamenlijk gemeenschappelijke doelen opstellen als ze samenwerken maar niet als ze concurreren met elkaar (Cruijssen et al., 2007b).

Verdonck et al. (2016) onderscheiden drie verschillende operationele benaderingen van horizontale samenwerking. Ten eerste kunnen logistieke partners vervoersovereenkomsten afsluiten waarbij ze informatie uitwisselen over de vraag en orders van consumenten met als doel een betere match te vinden tussen de gevraagde en beschikbare transportmiddelen. Ten tweede kunnen partners samenwerken door middel van het delen van een voertuigcapaciteit. Dit is voor individuele dienstverleners zeer interessant omdat ze geen grote investeringen moeten doen. Zo zal de kans op inefficiëntie, door een lage bezettingsgraad, van het bedrijf dalen (Verdonck et al., 2016). Tot slot is er een nieuwe benadering van horizontale samenwerking: het delen van distributiecentra met logistieke partners. Gegeven een aantal mogelijke locaties voor faciliteiten en een reeks van klantlocaties om te bedienen, is het doel om de faciliteiten zodanig te plaatsen dat de totale kosten tot een minimum beperkt worden voor het operationeel houden van de faciliteiten en het voldoen aan de vraag van de klant. De totale kosten bestaan uit vier elementen. Ten eerste zijn er de vaste kosten die optreden om de distributiecentra open te houden. Ten tweede zijn de kosten van het primaire transport van belang. Dit zijn de kosten die gemaakt worden tussen bedrijfsdepots en de distributiecentra. Vervolgens moet er rekening gehouden worden met de kosten van het secundair transport. Dit zijn de kosten die optreden tussen de distributiecentra en de consumentenzones. Tot slot worden de variabele kosten, die voor elk type product gemaakt worden in de distributiecentra, opgeteld bij de primaire transportkosten. Bij de secundaire transportkosten worden de kosten opgeteld die gemaakt zijn bij de levering van elk type product. Om deze kosten zo laag mogelijk te

houden, moeten bedrijven en mogelijke partners rekening houden met de criteria van partnerselectie en -complementariteit. Tot slot is het ook belangrijk om te kijken naar de manier waarop kosten en opbrengsten verdeeld worden tussen de verschillende partners (Verdonck et al., 2016). Verdonck et al. (2016) beschrijven drie technieken om de kosten en opbrengsten van samenwerking te verdelen, namelijk: proportionele verdelingsmechanismen, toewijzingsmechanismen op basis van coöperatieve speltheorieën en toewijzingsmechanismen met aanvullende gewenste eigenschappen.

In onderzoek van Verdonck (2017) worden enkele assumpties gemaakt in verband met bepalende elementen voor de resultaten. Zo zijn de vaste kosten, maximumcapaciteit en locaties van de distributiecentra gekend en is de doorstroomcapaciteit van een distributiecentrum constant. De klantzones en hun vraag naar transport van elke vervoerder zijn ook op voorhand gekend (Verdonck, 2017). Tot op heden werd er dus enkel rekening gehouden met deterministische factoren bij onderzoek naar horizontale logistieke samenwerking. In het praktijkgedeelte van deze masterproef zal het effect van stochastische elementen op de kostenvoordelen in het delen van distributiecentra aan bod komen.

1.2 Onderzoeksvragen

Het uiteindelijke doel van deze masterproef is het onderzoeken van de stochastische factoren waarmee logistieke partners moeten rekening houden binnen een horizontale samenwerking en welke effecten deze aspecten hebben op de kostenvoordelen die horizontale logistieke samenwerkingen met zich meebrengen. De centrale onderzoeksvraag is daarom als volgt:

Wat is het effect van verschillende stochastische factoren op de kostenvoordelen die in verband staan met horizontale logistieke samenwerking?

Onderstaande deelvragen zullen helpen om een correct antwoord te formuleren op deze centrale onderzoeksvraag. Om te beginnen is het belangrijk om te weten welke kostenvoordelen er zijn bij horizontale logistieke samenwerking. Doorheen de jaren is er reeds onderzoek gevoerd naar de voordelen en effecten op de kosten van horizontale logistieke samenwerking. De eerste deelvraag luidt als volgt:

Welke kostenvoordelen hebben logistieke partners bij horizontale samenwerking?

In reeds bestaande wetenschappelijke literatuur gaat men meestal uit van een deterministisch karakter van horizontale logistieke samenwerking. In deze masterproef is het de bedoeling om dit om te zetten naar een studie over stochastische factoren. De tweede deelvraag wordt dan geformuleerd als:

Met welke stochastische factoren moeten logistieke partners rekening houden bij horizontale samenwerking?

In het praktijkgedeelte van deze masterproef zal aan de hand van een *facility location case* geanalyseerd worden wat het effect is van stochastische samenwerkingsfactoren op de kostenvoordelen. Hiertoe worden de volgende twee deelvragen geformuleerd:

Wat is het facility location probleem (FLP) en op welke manier biedt dit mogelijkheden tot horizontale logistieke samenwerkingen?

Wat is het effect van stochastische factoren op het besparingsniveau van horizontale logistieke samenwerkingen?

Door kennis op te bouwen in de bovenstaande deelvragen, zal deze masterproef een compleet antwoord kunnen geven op de centrale onderzoeksvraag. Op deze manier zal inzicht kunnen worden verworven in de dynamiek van horizontale logistieke samenwerking.

1.3 Methodologie

Deze masterproef bestaat uit een literatuurstudie en een praktijkgedeelte. De literatuurstudie zal worden opgedeeld in drie hoofdstukken. Het eerste hoofdstuk gaat over horizontale logistieke samenwerking en de opportuniteiten die eraan verbonden zijn. Algemene zoektermen voor dit onderdeel zijn: '*horizontal cooperation*' en '*horizontal collaboration*'. Het tweede hoofdstuk gaat over de stochastische factoren gelinkt aan horizontale logistieke samenwerking en de uitdagingen hiervan. Zoektermen bestaande uit '*stochastic*', '*dynamic*' en '*horizontal collaboration*' zullen in dit deel aan bod komen. Het '*facility location* probleem' vormt het laatste onderdeel van de literatuurstudie. Er zal gebruik gemaakt worden van de universiteitsbibliotheek van de Universiteit Hasselt, ScienceDirect en Google Scholar om wetenschappelijke artikels te raadplegen voor de literatuurstudie.

In het praktijkgedeelte van deze masterproef zal het effect van stochastische parameters op kostenvoordelen van horizontale samenwerking worden onderzocht. Hiervoor zal gebruik gemaakt worden van de FLP-case beschreven in Verdonck et al. (2016). De nodige analyses zullen daarna uitgevoerd worden met behulp van Excel en Lingo software.

Literatuurstudie

2 Introductie

Horizontale logistieke samenwerking kan gedefinieerd worden als een samenwerking tussen twee of meer bedrijven die actief zijn op hetzelfde niveau van de toeleveringsketen en die een vergelijkbare logistieke functie hebben (Martin, Verdonck, Caris, & Depaire, 2018). Dit kunnen concurrerende of niet-gerelateerde bedrijven zijn die persoonlijke informatie, middelen of faciliteiten delen om kosten te verlagen, de dienstverlening te verbeteren of om hun marktpositie te beschermen (Cruijssen, Dullaert, & Fleuren, 2007b). Een logistieke dienstverlener moet zich eerst bewust worden van de noodzaak om enerzijds horizontaal samen te werken en anderzijds de mogelijkheden die de samenwerking kan bieden (Martin et al., 2018). De grootste problemen waar logistieke dienstverleners mee kampen zijn een lage bezettingsgraad, leeg transport, een negatief imago bij het publiek en dalende winstmarges. De belangrijkste oorzaken van deze problemen zijn de hevige concurrentie op de wereldmarkten, de hoge vaste kosten, de stijgende benzine- en arbeidskosten, de toename van producten met een kortere levensduur en de toenemende verwachtingen van klanten (Verstrepen, Cools, Cruijssen, & Dullaert, 2006). Zodra een bedrijf volledig overtuigd is van de noodzaak om horizontaal samen te werken, moet er een gezamenlijke visie worden ontwikkeld. Dit omvat het specificeren van de doelstellingen van de samenwerking (Martin et al., 2018).

De literatuur over horizontale logistieke samenwerking is eerder schaars. Samenwerkingen tussen autonome ondernemingen, zoals strategische allianties en joint ventures hebben wel reeds veel aandacht gekregen in wetenschappelijke literatuur. De drijvende kracht achter het vormen van allianties, is de verwachting van elke deelnemer dat het vormen van een alliantie een positieve bijdrage zal leveren aan het bedrijfsresultaat (Cruijssen, Cools, & Dullaert, 2007a). Het, voor de hand liggende, gevolg is dat er in een samenwerking meerdere bedrijven zijn die streven naar de optimalisatie van hun eigen winst. Echter zullen acties en beslissingen van één partner, vaak ook kosten of voordelen meebrengen voor een andere partner. Dit fenomeen staat bekend als *externalities, spillovers, of neighbourhood effects*. De belangrijkste reden voor elke partner om toe te treden tot een samenwerking, zal steeds van opportunistische aard zijn. Om de samenwerking te laten slagen, moeten de partners echter harmonieus handelen om de gemeenschappelijke doelen te bereiken (Cruijssen et al., 2007b). Door samen te werken kunnen deze deelnemers een buitengewone winst genereren, die niet door één van de bedrijven afzonderlijk kan worden gegenereerd (Cruijssen et al., 2007a).

Wetenschappers die onderzoek hebben uitgevoerd naar samenwerkingen in de logistiek, noemen deze samenwerkingen een kritische factor voor het concurrentievermogen van bedrijven (Pomponi, Fratocchi, & Rossi Tarufi, 2015). Door middel van nauwe samenwerkingen streven de partners naar een verhoging van productiviteit, bijvoorbeeld door de benutting van de voertuigcapaciteit te optimaliseren, het aantal lege kilometers te verminderen en de kosten van niet-kernactiviteiten of ondersteunende activiteiten te verlagen om de concurrentiekracht van hun logistieke netwerken te vergroten (Verstrepen et al., 2006). Zelfs wanneer bedrijven erkend hebben dat horizontale logistieke samenwerkingen een veelbelovende ontwikkeling is en een samenwerking van start is gegaan, is het mogelijk dat diezelfde bedrijven niet volledig begrijpen hoe ze deze samenwerkingen

moeten beheren of onderhouden. De overgang naar een horizontale logistieke samenwerking is vaak moeilijk omdat het veranderingen in mentaliteit, cultuur en gedrag met zich meebrengt. Daarnaast is het potentieel van horizontale samenwerkingen moeilijk te beoordelen door alleen een kosten-batenanalyse uit te voeren of door enkel de opportuniteiten af te wegen tegen de belemmeringen. In plaats daarvan zijn er veel 'zachte' factoren die een cruciale rol kunnen spelen in het succes van een samenwerking. Deze zachte factoren worden de *facilitators* voor horizontale samenwerking genoemd. Deze kunnen bijvoorbeeld uitwisseling van informatie, relatiebeheer en -contracten of ICT zijn (Cruijssen et al., 2007b).

Drie soorten strategieën kunnen worden gebruikt om verschillende partners te motiveren om hun gedrag af te stemmen op het algemene doel van de samenwerking. Ten eerste is er het belonen van productief gedrag. Hierbij zullen de acties die leiden tot het gemeenschappelijk doel beloond worden, eerder dan het bereiken van het doel zelf. Ten tweede is er *pay-for-performance* waarbij partners met behulp van individuele prestatiemetingen beoordeeld worden op belangrijke doelstellingen van de samenwerking. Tot slot is er eerlijke compensatie waarbij de gezamenlijke doelstellingen worden vastgesteld en de gecreëerde winsten worden toegewezen aan de partners op basis van vooraf overeengekomen mechanismen voor het delen van de winst (Cruijssen et al., 2007b).

3 Opportuutiteiten van horizontale logistieke samenwerking

De mogelijkheden van horizontale logistieke samenwerkingen worden gelijk gewaardeerd door samenwerkende en niet-samenwerkende bedrijven en de kansen die de niet-samenwerkende bedrijven verwachten, lijken overeen te komen met de opportuutiteiten die ervaren worden in de praktijk door bedrijven die samenwerken. Dit illustreert het grote potentieel van horizontale samenwerkingen tussen logistieke dienstverleners (Cruijssen et al., 2007a). De motivatie om samen te werken, wordt gedreven door interne en externe motieven. De interne motieven zullen steeds een verband hebben met een waargenomen zwakte of het vergroten van de beschikbare middelen van de onderneming. Het onderliggende doel is het beschermen of verbeteren van de economische situatie van de onderneming. Interne motieven kunnen zijn: een betere benutting van bestaande infrastructuur en activa, een capaciteitsuitbreiding, een uitbreiding van de geografische dekking, een verbetering van de dienstverlening en diversificatie. De externe motieven om samen te werken voor logistieke dienstverleners hebben betrekking op veranderingen in het klantenbestand, de economische omgeving en de industrie van de dienstverlener in het algemeen. In tabel 1 en 2 worden respectievelijk enkele interne en externe motieven opgelijst met bijhorende voorbeelden. De tabellen zijn gebaseerd op Cruijssen, et al. (2007a), Cruijssen, et al. (2007b) en Verstrepn, et al. (2006).

Interne motieven	Voorbeelden
Betere benutting van bestaande infrastructuur en activa	<ul style="list-style-type: none"> – Nieuwe technologieën (RFID⁴, <i>track and trace</i>) – Beter gebruik van de bestaande infrastructuur – Heroverweging van interne processen – Het aantal voertuigen en FTE's⁵ flexibeler maken om beter te kunnen inspelen op vraagfluctuaties – Verhoging van de productiviteit van kernactiviteiten
Uitbreiding van de capaciteit	<ul style="list-style-type: none"> – Noodzaak van een snelle uitbreiding om te genieten van <i>first mover advantages</i>, om zo een concurrentievoordeel te krijgen – Verhoging van de schaalgrootte om te genieten van een grotere complementariteit en synergie
Uitbreiding van de geografische dekking	<ul style="list-style-type: none"> – Nieuwe landen of regio's bedienen – Problemen i.v.m. buitenlandse investeringen, taal- of handelsbelemmeringen overwinnen
Betere service	<ul style="list-style-type: none"> – Het volgen van trends in supply chain management: <i>lean supply chain</i>⁶, <i>supply chain security</i>⁷,... – Implementeren van nieuwe technologieën en computersystemen
Diversificatie	<ul style="list-style-type: none"> – Spreiding van logistieke activiteiten over een groter aantal product- of marktcombinaties

Tabel 1: Interne motieven voor horizontale samenwerking

⁴ RFID (Radio-frequency identification) is technologie om van een afstand informatie op te slaan in en af te lezen van een zogenaamde RFID-tags die op en in objecten zitten.

⁵ Full Time Equivalent is een rekeneenheid waarmee de omvang van een functie of de personeelssterkte kan worden uitgedrukt.

⁶ Alle partijen in de toeleveringsketen moeten samenwerken om zowel kosten als afval te verlagen.

⁷ Manieren om een product te beschermen tegen bijvoorbeeld diefstal of het illegaal aanpassen van een product.

Externe motieven	Voorbeelden
Klanten	<ul style="list-style-type: none"> – Verbeteren van klantenloyaliteit – Stijging van de klantenservice – Leereffecten tussen partners – Uitbesteding van niet-kernactiviteiten – Flexibele capaciteit – Hogere en constante serviceniveaus – Kortere afhaal- en levertijden worden gehaald
Economische omgeving	<ul style="list-style-type: none"> – Oplossing voor stijgende benzineprijzen – Strengere veiligheidsvoorschriften worden makkelijker gehaald – Opportuniteit om deel te nemen aan aanbestedingsprocedures
Industrie van de logistieke dienstverlener	<ul style="list-style-type: none"> – Allianties en fusies tussen bestaande concurrenten – Nieuwe concurrentie door diversificatie – Grotere geografische markt

Tabel 2: Externe motieven voor horizontale samenwerking

4 Uitdagingen van horizontale logistieke samenwerking

Onderzoek van Cruijssen et al. (2007a) heeft aangetoond dat ondernemingen die niet samenwerken, bepaalde moeilijkheden verwachten wanneer ze wel in een horizontale logistieke samenwerking zouden deelnemen. Deze verwachte moeilijkheden worden ook daadwerkelijk ondervonden door ondernemingen die horizontaal samenwerken (Cruijssen et al., 2007a). Algemeen zijn er vier uitdagingen binnen horizontale logistieke samenwerking: partnerselectie, verdelen van de winsten, oneerlijke handelsposities tussen partners en informatie- en communicatietechnologie (Cruijssen et al., 2007b).

4.1 Partnerselectie

Horizontale logistieke samenwerking is vaak een onzeker gebeuren, waarbij het moeilijk is om de vereiste activiteiten te plannen of om de gerealiseerde output te meten (Cruijssen et al., 2007a). Het succes van de samenwerking hangt sterk af van hoe geschikt de deelnemers zijn voor de samenwerking. Hoewel het selecteren van juiste partners cruciaal is voor het succes van elke horizontale samenwerking, is het niet voldoende om de stabiliteit van de samenwerking op lange termijn te garanderen (Verdonck, Ramaekers, Depaire, Caris, & Janssens, 2017). De onzekerheid in combinatie met het feit dat samenwerken met een ongeschikte partner schadelijker kan zijn dan helemaal niet samen te werken, zorgt dat logistieke dienstverleners een bewuste en voorzichtige houding moeten aannemen tijdens het selectieproces. In dit proces moet rekening gehouden worden met vier belangrijke factoren: vertrouwen en betrokkenheid, operationele fit, strategische fit en culturele fit. Voldoende vertrouwen, betrokkenheid en operationele fit zijn de basis van elke succesvolle samenwerking. Wanneer een logistieke dienstverlener echter een diepgaande en duurzame samenwerking wil creëren, winnen strategische en culturele fit aan belang (Martin et al., 2018).

In lijn met bovenstaande belangrijke factoren, zijn er zes dimensies die verband houden met de structuur van de samenwerking en die invloed hebben op de prestaties. Ten eerste definieert de contractuele reikwijdte de vormgeving van de samenwerking. Ten tweede verwijst de organisatorische reikwijdte naar het aantal bedrijven dat deelneemt aan de samenwerking. Ten derde wordt het functionele toepassingsgebied geassocieerd met de activiteitsdomeinen waarin organisaties hun krachten bundelen. Een samenwerking kan beperkt zijn tot de niet-kernactiviteiten of kan betrekking hebben op de kernactiviteiten van de onderneming. Ten vierde houdt het geografische toepassingsgebied verband met de markten die door de samenwerking worden bediend. In overeenstemming met de geografische dimensie, definieert het dienstenbereik de producten of diensten die worden aangeboden in de samenwerking. Tot slot verwijst het toepassingsgebied van de middelen naar hoe sterk de middelen van deelnemers van de samenwerking overlappen. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen overlappingsen in bedrijfsactiviteiten, klantenbestand en bedrijfsomvang (Verdonck, Ramaekers, Depaire, Caris, & Janssens, 2019).

4.1.1 Vertrouwen en betrokkenheid

De twee belangrijkste concepten die verbonden zijn met het afstemmen van individuele en gemeenschappelijke doelstellingen, zijn betrokkenheid en vertrouwen tussen de samenwerkingspartners (Cruijssen et al., 2007b).

Het hebben van een betrouwbare relatie met partners is van vitaal belang (Cruijssen et al., 2007a). Vertrouwen verwijst naar de overtuiging van elke logistieke dienstverlener dat partners zich zullen onthouden van opportunistisch gedrag (Martin et al., 2018). Opportunistisch gedrag doet zich voor wanneer de acties van partners niet overeenkomen met de doelstelling van de samenwerking (Cruijssen et al., 2007a). Ook al neemt het vertrouwen in de loop van de tijd toe, toch moet in een vroeg stadium van partnerselectie een minimum aan vertrouwen aanwezig zijn. Indien dit niet het geval is, kan het de intensiteit en de structuur van de relatie tussen de partners in de loop der tijd beïnvloeden (Martin et al., 2018). Vertrouwen op een partner die andere doelstellingen heeft, is een riskant proces (Cruijssen et al., 2007b).

Betrokkenheid weerspiegelt de bereidheid van elke partner om een bijdrage te leveren aan de samenwerking en roept een wederzijds verantwoordelijkheidsgevoel op. De bijdragen kunnen financiële activa, kennis of materiële activa omvatten (Martin et al., 2018). Betrokkenheid is nauw verbonden met vertrouwen en het verwijst naar de band tussen partners in een samenwerking (Cruijssen et al., 2007b).

4.1.2 Operationele fit

Operationele fit heeft betrekking op de organisatorische kenmerken op financieel en operationeel niveau, zoals bedrijfsgrootte en winstgevendheid (Martin et al., 2018). Het is zeer moeilijk om de strategische en organisatorische capaciteiten van een partner te analyseren omdat dit kennis vraagt over zijn fysieke activa, immateriële activa en zijn organisatorische capaciteiten (Cruijssen et al., 2007b). Om de complementariteit van potentiële partners te kunnen beoordelen, worden logistieke dienstverleners geadviseerd om een SWOT-analyse uit te voeren om sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen in kaart te brengen (Martin et al., 2018). Een goede partner vinden is makkelijker voor meer winstgevendere ondernemingen omdat ze meer te bieden hebben wat betreft leereffecten en de stabiliteit van de samenwerkingsrelatie. Algemeen beschikken ze ook over een financiële buffer om de initiële investering van tijd en geld te overwinnen. Deze financiële buffer is nodig om een intensieve samenwerking te kunnen opstarten (Cruijssen et al., 2007a). De omvang van de onderneming heeft volgens Cruijssen et al. (2007a) geen invloed op de manier waarop logistieke dienstverleners denken over uitdagingen met betrekking tot de selectie van hun partners. Echter hebben 14 respondenten in het onderzoek van Cruijssen et al. (2007a), met een omvang van één of twee equivalente werknemers, gerapporteerd dat ze de omvang van hun onderneming wel als een belemmering zien voor samenwerkingen. Hiervoor zijn er voornamelijk twee redenen: ofwel ontbreken ze zakelijke connecties om een samenwerking op te zetten, ofwel hebben ze een minimale hoeveelheid klanten die hun capaciteit maximaliseert (Cruijssen et al., 2007a). Om goede partners te vinden, zijn ook onderzoekskosten nodig. Deze kunnen een zeer grote hindernis vormen voor kleine tot middelgrote logistieke dienstverleners (Cruijssen et al., 2007a). Daarnaast is het ook van belang of bedrijven reeds samenwerken en hoe lang deze samenwerking bestaat (Cruijssen et al., 2007a).

In het onderzoek van Cruijssen et al. (2007a) geven respondenten aan dat ze onafhankelijke partijen niet als de meest geschikte kandidaten beschouwen om een horizontale logistieke samenwerking te

leiden en te coördineren. Volgens Cruijssen et al. (2007a) zal de vraag naar *fourth party logistics*⁸ (4PL) of adviseurs dus klein zijn voor het opstarten of coördineren van samenwerkingen. Echter kan een 4PL zorgen voor het beheer en een goed verloop van een samenwerking tussen organisaties. Een partnerschap met een 4PL kan de voordelen van een horizontale logistieke samenwerking vergoten en belemmeringen verminderen. Het delen van informatie is een belangrijk aspect binnen horizontale logistieke samenwerkingen. Indien organisaties met een neutrale 4PL werken, moeten ze geen informatie uitwisselen met nieuwe partners omdat ze reeds informatie delen met een 4PL. Ook kan een 4PL helpen bij het vinden van partners doordat ze een bredere kennis hebben over de industrie. Indien een organisatie kiest om samen te werken met een externe dienstverlener, kan de organisatie een 4PL meer vertrouwen dan een 3PL. Een 4PL bezit geen activa en wil de kosten van zijn klanten optimaliseren door een neutrale positie aan te nemen. De 4PL kan dus fungeren als een promotor voor horizontale samenwerkingen binnen zijn netwerken (Dircksen & Magnin, 2017).

4.1.3 Strategische fit

Strategische fit kan zowel intern als extern zijn. Intern betreft het de fit tussen groepen of eenheden binnen een organisatie terwijl externe fit gericht is op de complementariteit tussen organisatiestructuren en strategieën (Naesens, Gelders, & Pintelon, 2009). Een externe strategische fit stelt dat organisatiestrategieën compatibel moeten zijn wanneer een stabiele samenwerking wordt nagestreefd (Martin et al., 2018). Twee bedrijven die strategisch klaar zijn om samen te werken, moeten eerst testen of er geen onoverkomelijke praktijken zijn die de samenwerking in de weg staan. Indien dit wel het geval is, is het opstarten van een samenwerkingsstrategie een verspilling van tijd en moeite (Naesens et al., 2009).

4.1.4 Culturele fit

Culture fit houdt in dat organisatieculturen compatibel zijn, wat cruciaal is voor de stabiliteit van de samenwerking. Aangezien culturele fit een ontastbaar gegeven is, kan het moeilijk zijn om deze te verifiëren. Mogelijke indicatoren zijn onder meer de mate van klantgerichtheid, de mate van milieubewustzijn en de managementstijl. Ook sociale aspecten, zoals contacten, reputatie en de positie van het topmanagement, kunnen een invloed hebben op het selectieproces. Aangezien het managementteam vaak als initiatiefnemer van de samenwerking fungeert, kan de maatschappelijke positie van topmanagers van invloed zijn op de vorming van de samenwerking (Martin et al., 2018).

4.2 Verdelen van de winsten

Een beperkte reikwijdte verhindert een volledig inzicht in de aard, omvang en verdeling van de risico's of beloningen die in de loop van de samenwerking kunnen ontstaan. Het wantrouwen over de rechtvaardigheid van de toegepaste verdelingsmechanismen voor de besparingen van de samenwerking, heeft ertoe geleid dat horizontale logistieke samenwerkingen niet altijd succesvol zijn. Bij horizontale logistieke samenwerkingen kunnen verschillende verdelingsmechanismen worden toegepast. Meestal zijn dit eenvoudige vuistregels die de besparingen evenredig verdelen op basis van één enkele indicator van omvang of bijdrage aan de samenwerking, bijvoorbeeld: proportioneel tot de totale verzonden lading, proportioneel tot het aantal klanten dat wordt bediend

⁸ 4PL- bedrijven hebben de expertise om middelen, processen en technologie voor hun klanten te beheren, zodat de klant zijn logistieke beheeractiviteiten volledig kan uitbesteden. Ze bezitten geen activa voor transport of opslag (Grozniak & Xiong, 2012).

of proportioneel tot de afgelegde afstand. Op lange termijn zullen sommige logistieke deelnemers die deelnemen aan een samenwerking onvermijdelijk gefrustreerd raken omdat hun werkelijk aandeel in het succes van de groep ondergewaardeerd is. Om een eerlijk winstdelingsmechanisme te garanderen, moeten de marginale bijdragen van elke logistieke dienstverlener aan de totale winst nauwkeurig worden berekend. Deze kunnen dan worden toegewezen door middel van concepten uit onder andere de coöperatieve speltheorie (Cruijssen et al., 2007b).

4.2.1 Kosttoewijzingsmechanismen

Om de duurzaamheid van het samenwerkingsproject te garanderen op lange termijn, moeten de gemaakte logistieke kosten op een eerlijke manier over de partners worden verdeeld (Verdonck, Beullens, Caris, Ramaekers, & Janssens, 2016).

Verdonck et al. (2016) maken een onderscheid tussen drie verschillende categorieën van kosttoewijzingsmechanismen: proportionele toewijzingsmechanismen, toewijzingsmechanismen op basis van coöperatieve speltheorie en toewijzingsmechanismen met aanvullende gewenste eigenschappen in een samenwerkingscontext.

Proportionele toewijzingsmechanismen worden in de praktijk het meest gebruikt omdat deze makkelijk te begrijpen, te berekenen en te implementeren zijn. Hierbij wordt de winst van de samenwerking evenredig verdeeld over de samenwerkende organisaties, op basis van de individuele kostenniveaus of het volume dat ze moeten vervoeren als het gevolg van de betrokkenheid bij de samenwerking. Echter garandeert dit geen stabiliteit van de samenwerking op lange termijn, aangezien het mogelijk is dat de individuele partner het partnerschap verlaat omdat deze meer zou kunnen winnen indien deze op individuele basis werkt (Verdonck et al., 2016).

Daarnaast bestaan tal van toewijzingsmechanismen op basis van coöperatieve speltheorie. Samenwerkende partners wisselen orders of capaciteit uit en ontvangen of verrichten betalingen in ruil daarvoor. Dit samenwerkingsproces resulteert in een toewijzing van voordelen of kosten aan elke deelnemer die als gelijkwaardig aan het resultaat van een coöperatief spel kunnen worden beschouwd (Verdonck et al., 2016). Een bekende toewijzingsmethode die gebaseerd is op de fundamentele van de speltheorie is de *Shapley value*. Deze methode kent aan elke deelnemer het gewogen gemiddelde van zijn bijdragen aan de samenwerking toe (Verdonck et al., 2017).

Speltheoretische mechanismen kunnen voor logistieke dienstverleners niet duidelijk zijn omwille van de wiskundige complexiteit, toepasbaarheid en transparantie in de praktijk. Als gevolg zijn tal van meer intuïtief duidelijke toewijzingsmechanismen ontwikkeld die vallen onder de laatste categorie. Zo ontwikkelen Tijs en Driessen (1986) enkele toewijzingsmechanismen op basis van het onderscheid tussen deelbare en niet-deelbare kosten. In de eerste stap van de toewijzingsprocedure krijgt iedere partner zijn deelbare of marginale kost toegewezen. Ten tweede worden de overige totale kosten, de niet-deelbare kosten, verdeeld over de samenwerkende bedrijven op basis van specifieke gewichten. Op deze manier wordt er rekening gehouden met de verschillende effecten die de samenwerkende bedrijven kunnen hebben op het niveau van de totale logistieke kosten (Verdonck et al., 2016). Om deze niet-deelbare kosten te verdelen stellen Tijs en Driessen (1986) drie kosttoewijzingsmechanismen voor: *Equal Charge Method (ECM)*, *Alternative Cost Avoided Method (ACAM)* en *Cost Gap Method (GCM)*.

Naast de hierboven beschreven toewijzingsmechanismen zijn er nog tal van andere mechanismen. Aangezien elke methode haar specifieke voor- en nadelen heeft, blijft het onduidelijk welke technieken stabiliteit en duurzaamheid kunnen garanderen in een specifieke samenwerkingsomgeving (Verdonck et al., 2017).

Uit onderzoek van Verdonck et al. (2016) blijkt dat de toewijzing van de kostenbesparingen ook verband houdt met de samenwerkingsstructuur, ongeacht het gebruikte verdeelmechanisme. In horizontale logistieke samenwerkingen tussen twee gelijke partners zijn de kostenbesparingen gelijk verdeeld over beide bedrijven, ongeacht de mogelijke verschillen in partnerbijdragen in termen van een sluiting van een distributiecentrum en/of wijzigingen in distributieactiviteiten als gevolg van de opzet van de samenwerking. In samenwerkingen met drie gelijke partners, wordt echter het grootste deel van de gezamenlijke besparingen toegewezen aan de organisatie die het meeste heeft bijgedragen aan de samenwerking. Bij samenwerkingen die bestaan uit gedifferentieerde partners, ontvangt de grootste partner meestal het kleinste aandeel in de totale gezamenlijke besparing. De verklaring voor dit resultaat is te vinden in de bijdragen van de deelnemende vervoerders (Verdonck et al., 2016). In het merendeel van de experimenten van Verdonck et al. (2016) met gedifferentieerde deelnemers, zijn de distributiecentra die gesloten zijn eigendom van kleine vervoerders als gevolg van een deelname aan een horizontale logistieke samenwerking.

4.3 Oneerlijke onderhandelingsposities tussen partners

De onderhandelingspositie tussen partners hangt af van drie factoren: de initiële sterke en zwakke punten van de partners, hoe deze sterke en zwakke punten in de loop van de tijd veranderen en de kans op concurrentieconflicten (Cruijssen et al., 2007a). Het onderhandelingsproces moet altijd resulteren in een win-win situatie. Een positieve houding van de logistieke dienstverleners tijdens de onderhandelingen zal een gunstig effect hebben op het succes van de samenwerking op lange termijn (Cruijssen et al., 2007b).

4.4 Informatie- en communicatietechnologie (ICT)

Om de mogelijkheden van horizontale logistieke samenwerking te benutten, moeten de kosten voor efficiënte communicatie tussen partners op korte termijn laag genoeg zijn. De laatste jaren hebben nieuwe technologieën, zoals *enterprise resource planning*⁹ (ERP), de communicatie tussen bedrijven sterk doen verbeteren. Deze technologieën maken niet alleen de samenwerking technisch mogelijk, maar verminderen ook de transactiekosten en transactierisico's, waardoor het succes van een horizontale samenwerking op langere termijn wordt ondersteund (Cruijssen et al., 2007b). Kleine tot middelgrote bedrijven hebben de neiging om achter te blijven bij de implementatie van ICT-systemen. Dit kan een belemmering vormen voor bepaalde samenwerkingen waar een intensieve uitwisseling van data vereist is. ICT is vooral een probleem voor horizontale samenwerkingen met een gemiddelde intensiteit. Samenwerkingen met een lage intensiteit vereisen vaak geen specifieke ICT-investeringen en samenwerkingen met een hoge intensiteit genereren meestal voldoende inkomsten om de vereiste ICT-investeringen terug te verdienen (Cruijssen et al., 2007a).

⁹ Een proces waarin een organisatie de belangrijkste delen van haar bedrijfsvoering (logistieke, administratieve en financiële bedrijfsprocessen) integreert onder één informatie- en managementsysteem.

5 Operationele benaderingen van horizontale logistieke samenwerking

Logistieke dienstverleners kunnen in het algemeen op drie verschillende manieren aan horizontale logistieke samenwerking doen. Ten eerste door het delen van klantenorders, ten tweede door het delen van voertuigcapaciteit en ten derde door het delen van distributiecentra. Deze laatste benadering is ook gekend onder de naam *facility location* probleem (FLP), en wordt uitvoerig besproken in sectie 6 aangezien de praktijkstudie uitgaat van deze samenwerkingsbenadering.

Op basis van de doelstelling van de logistieke samenwerking, omschrijven Cruijssen en Salomon (2004) drie verschillende synergieën. Deze synergieën kunnen gelinkt worden aan de operationele benaderingen van horizontale logistieke samenwerkingen, namelijk: het delen van orders, het delen van voertuigcapaciteit en het delen van distributiecentra. Een operationele synergie omschrijft een samenwerking bedoeld om bestaande middelen te benutten. Bij een coördinatiesynergie ontstaat een samenwerking van gemiddelde intensiteit die afgestemd is op de behoeften van de logistieke sector, terwijl de bestaande netwerkstructuur intact blijft. Tot slot is een netwerksynergie een samenwerking op lange termijn die veranderingen in de netwerkstructuur en gezamenlijke investeringen teweeg brengt (Cruijssen & Salomon, 2004).

Synergie	Voorbeeld
Operationele synergie	– Delen van orders om incidentele inefficiënties weg te nemen
Coördinatiestrategie	– Gecentraliseerd planningsysteem om ladingsfactoren te optimaliseren van partners.
Netwerksynergie	– Gezamenlijk distributiecentrum om zowel voorraadkosten als de kosten voor het consolideren van orders te verlagen.

Tabel 3: Synergieën bij de operationele benaderingen van horizontale logistieke samenwerking (Cruijssen & Salomon, 2004)

5.1 Delen van klantorders

Het hoofddoel van het delen van klantorders is een betere afstemming tussen de marktvrage en de beschikbare transportmiddelen. Door het delen van orders kunnen vervoerders hun efficiëntie en winstgevendheid verbeteren. Dit door een verhoging van de capaciteitsbenutting, een betere herpositionering van de activa en een verlaging van de totale vervoerskosten door een betere vervoersplanning (Verdonck, 2017).

Verschiedende technieken worden beschreven in de huidige literatuur om een goede herverdeling te maken van de klantorders. De twee belangrijkste technieken zijn de gezamenlijke rittenplanning en veilingsmechanismen om orders te herverdelen tussen samenwerkende partners (Verdonck et al., 2013).

5.1.1 Gezamenlijke rittenplanning

De eerste methode om klantorders te delen is via gezamenlijke rittenplanning. Volgens deze methode worden alle klantorders van alle deelnemende vervoerders verzameld, waarna voor alle orders tegelijkertijd rittenschema's worden opgesteld met behulp van passende rittenplanningstechnieken. Door het samenvoegen van verschillende distributieregio's, kunnen samenwerkingspartners

schaalvoordelen behalen in de vorm van een gereduceerde reisafstand, lege ritten en aantal benodigde vrachtwagens (Verdonck, 2017). Het delen van klantorders kan leiden tot een kostenreductie van maximaal 30% voor vervoerders (Vornhusen, Wang, & Kopfer, 2014). Onderzoek van Cruijssen en Salomon (2004) toont aan dat het delen van klantorders en gezamenlijke rittenplanning leiden tot een daling van 7,3% in zowel het aantal nodige vrachtwagens als in de totale kosten, al is er veel variatie op te merken in de besparingen. Deze besparingen worden beïnvloed door een aantal kenmerken zoals de gemiddelde ordergrootte en het aantal samenwerkende partners (Verdonck, 2017).

Gebruikmakend van de gepaste technieken kan de gezamenlijke rittenplanning opgelost worden. Dit betekent meestal dat een heuristische aanpak wordt gevolgd, wat wil zeggen dat een intuïtieve logische procedure wordt toegepast. Deze procedure zal een goede oplossing opleveren, maar het geeft geen garantie dat de oplossing optimaal is (Verdonck, 2017). Cruijssen en Salomon (2004) voerden een simulatieonderzoek uit, met als doel de kosten van een traditioneel transportsysteem te vergelijken met de kosten van een transportsysteem met orderdeling. Voor beide systemen werden volgende indicatoren onderzocht: totale vaste en variable transportkosten, aantal afgelegde kilometers, aantal gebruikte vrachtwagens en de beladingsgraad van de vrachtwagens. Een algemene kostenreductie van 12,3% werd vastgesteld in het systeem met orderdeling ten opzichte van het systeem waarbij klantorders niet gedeeld werden. Deze kostenreductie is te verklaren door een betere afstemming tussen vraag en aanbod. Door een groter klantenbestand kunnen ritten zo bepaald worden dat de laadcapaciteit van vrachtwagens efficiënter wordt gebruikt. Het aantal gebruikte vrachtwagens en de vaste kosten voor het uitvoeren van de transportorders dalen met 13,2%. Het delen van orders resulteert in een daling van 11,9% van de totaal afgelegde afstand en bijgevolg dalen ook de variabele kosten die berekend werden per afgelegde kilometer (Cruijssen & Salomon, 2004).

Cruijssen en Salomon (2004) onderzochten naast de indicatoren ook de belangrijkste karakteristieken die zorgen voor een variabiliteit in de samenwerkingsresultaten. Deze karakteristieken zijn het aantal transportorders in een orderset, de gemiddelde ordergrootte, de mate waarin de vraag gegroepeerd is, het aantal transportbedrijven in de samenwerking en het marktaandeel van het leidend transportbedrijf (Cruijssen & Salomon, 2004). Ook Verdonck et al. (2019) onderzochten de effecten van deze factoren.

5.1.1.1 Aantal transportorders

Volgens Cruijssen en Salomon (2004) daalt het kostenvoordeel wanneer het aantal orders toeneemt. Indien transportbedrijven een gelijk aandeel hebben in de markt, zorgt een groter totaal van klantorders voor een groter aantal individuele orders per bedrijf. Elke deelnemer in de samenwerking heeft zelf betere schaalvoordelen en efficiëntere ritten. Toch is het delen van klantorders nog steeds voordelig met een groot aantal transportorders. Zo is een besparing van 10% in de kosten nog steeds mogelijk (Cruijssen & Salomon, 2004). Uit recent onderzoek van Verdonck et al. (2019) blijkt echter dat de grootste winst wordt bereikt wanneer veel orders worden gecombineerd. Hoe groter het aantal klantenorders, hoe groter het potentieel om een winstgevender rittenplan voor de samenwerking te vinden. Grote transportorganisaties kunnen best op zoek gaan naar partners die even groot zijn, terwijl kleine bedrijven het beste kunnen samenwerken met een aanzienlijk aantal bedrijven van

gelijke grootte of ze kunnen een grote partner aantrekken om het voordeel van een groter aantal transportorders te bekomen (Verdonck et al., 2019).

5.1.1.2 Gemiddelde ordergrootte

Wanneer de gemiddelde ordergrootte stijgt, zal het kostenvoordeel dalen voor de samenwerkende transportbedrijven. Indien een order bestaat uit een aanzienlijke hoeveelheid goederen, zal het transportbedrijf reeds een vrachtwagen (bijna) volledig kunnen vullen (Crujssen & Salomon, 2004). Een bedrijf met grote orders kan problemen ondervinden om alle orders te combineren in één enkele rit. Het kan in deze situatie nuttig zijn om op zoek te gaan naar kleine orders om de resterende voertuigcapaciteit op te vullen. Bovendien kunnen organisaties met ritten bestaande uit kleine orders, met mogelijk veel omwegen, een veelvoud aan ritten vermijden door kleine orders te combineren met grotere orders (Verdonck et al., 2019).

5.1.1.3 Geografische groepering van orders

De mate waarin de klantvraag geografisch gegroepeerd is, geeft de geografische dekking van de klantenvraag weer (Verdonck et al., 2019). Het kostenvoordeel van de samenwerking zal stijgen indien de mate waarin de vraag geografisch gegroepeerd is, stijgt (Crujssen & Salomon, 2004). Ook het onderzoek van Verdonck et al. (2019) toont aan dat partners meer voordeel hebben indien ze binnen dezelfde geografische regio werken. Een grotere geografische dekking kan meer samenwerkingsmogelijkheden bieden en leiden tot grotere kostenbesparingen. Daarnaast zijn overlappende regio's een belangrijk aspect om de duurzaamheid van de samenwerking te garanderen (Verdonck et al., 2019).

5.1.1.4 Aantal transportbedrijven

Het kostenvoordeel van het delen van klantorders stijgt indien meer transportbedrijven deelnemen aan de logistieke samenwerking. Wanneer meerdere bedrijven betrokken zijn bij de levering van bijvoorbeeld 200 orders, zullen ze individueel kleinere schaalvoordelen hebben (Crujssen & Salomon, 2004). Bedrijven moeten wel bewust zijn dat het aantal bedrijven in de samenwerking niet oneindig kan worden uitgebreid. Partners toevoegen verhoogt de complexiteit van de samenwerking en het kan partnerrelaties moeilijker maken (Verdonck et al., 2019).

5.1.1.5 Marktaandeel leidend transportbedrijf

Reeds zonder het delen van klantorders, zal een uitbreiding van het marktaandeel van het leidend transportbedrijf in de samenwerking zorgen voor orders die efficiënter kunnen worden ingepland. Dit vermindert de potentiële voordelen van het delen van klantorders tussen de samenwerkende bedrijven. Echter zorgt het delen van klantorders wel voor het verdwijnen van de sterke inefficiëntie bij kleinere bedrijven (Crujssen & Salomon, 2004).

5.1.2 Veilingsmechanismen

Naast gezamenlijke rittenplanning, kunnen klantorders ook gedeeld worden via veilingsmechanismen. Elke individuele vervoerder bepaalt eerst welke orders van klanten op een kostenefficiënte manier uitgewisseld mogen worden. Daarna worden de gekozen klantenorders gedeeld met behulp van diverse winstmaximaliserende veilingsmechanismen. Door de implementatie van het delen van klantorders op basis van een veiling, compenseren de meeste samenwerkende organisaties hun partners onmiddellijk voor de uitvoering van de transportorders. Dit in tegenstelling

tot een gezamenlijke rittenplanning, waar extra moet worden geïnvesteerd in de opzet van een eerlijk verdelingsmechanisme. Indien klantenorders gedeeld worden via veilingsmechanismen, is het statisch of stochastisch karakter van de logistieke samenwerking van belang. Bij een statistisch perspectief is de informatie omtrent het klantorder geheel gekend aan het begin van de samenwerking, terwijl in een stochastische omgeving de vraag van de klant pas zichtbaar wordt gedurende de samenwerking (Verdonck, 2017).

5.2 Delen van voertuigcapaciteit

De steeds stijgende concurrentie tussen bedrijven en de toenemende verwachtingen van de klanten over de kwaliteit en het niveau van de dienstverlening, vereisen in de sector van het wegvervoer dat kleine en middelgrote ondernemingen efficiënter moeten zijn in het beheer van hun distributieactiviteiten. De voortdurende stijging van de dieselprijzen en belastingen heeft immers een impact op het vermogen van veel kleine en middelgrote ondernemingen om producten goedkoop te leveren. Een strategie die KMO's kunnen volgen om hun concurrentiepositie te versterken, is samenwerken met andere bedrijven, waardoor schaalvoordelen kunnen worden benut, het gebruik van faciliteiten kan worden verhoogd en de kosten kunnen worden verlaagd. Eén van de doelstellingen van horizontale samenwerkingen in de logistiek is bij te dragen aan het terugdringen van lege backhauls¹⁰. In Europa vertegenwoordigen lege backhauls ongeveer 25% van de wegtransportactiviteiten. Hoewel de belangrijkste doelstellingen van de horizontale samenwerking zijn om de transportkosten te verlagen en om goederen sneller op hun eindbestemming te krijgen, zijn er andere belangrijke voordelen verbonden aan horizontale logistieke samenwerking op het niveau van het delen van voertuigcapaciteit. Het kan bijvoorbeeld een vermindering van de milieueffecten van de distributieactiviteiten teweegbrengen. Zo kan een samenwerking tussen partners in de transportsector helpen om de ecologische voetafdruk te verkleinen, omdat het aantal noodzakelijke ritten kan worden verminderd en de efficiëntie van de transporteurs kan worden verhoogd (Juan, Faulin, Pérez-Bernabeu, & Jozefowicz, 2014).

Een belangrijke externe factor bij het delen van voertuigcapaciteit, is de vermindering van de milieueffecten van het vervoer. Deze effecten houden voornamelijk verband met de CO₂-uitstoot en zijn moeilijk in te schatten. De belangrijkste reden voor deze reductie is een daling in de omvang van de vloot en een beter gebruik van de beschikbare middelen als gevolg van de samenwerking. Horizontale logistieke samenwerking kan dus beschouwd worden als een effectieve beleidsmaatregel op gebied van groene logistiek (Juan et al., 2014).

De efficiëntie van een bedrijf kan verminderd worden door een aanzienlijke investering in transportvoertuigen en een lage bezettingsgraad van deze voertuigen. Vervoerders kunnen horizontaal samenwerken om voertuigcapaciteit en de bijhorende kosten te delen. Het delen van voertuigcapaciteit biedt een geschikt alternatief voor het delen van orders, vooral in omgevingen waar gevoelige orderinformatie niet kan worden gecommuniceerd tussen partners (Verdonck, 2017).

¹⁰ De terugreis van een commerciële vrachtwagen die vracht terugvoert van de huidige bestemming naar het punt van herkomst.

Om voertuigcapaciteit te delen worden hoofdzakelijk twee technieken voorgesteld in de wetenschappelijke literatuur: mathematische programmering of een onderhandelingsprotocol (Verdonck et al., 2013).

5.2.1 Mathematische programmering

Het delen van voertuigcapaciteit kan volgens wetenschappelijke literatuur op verschillende manieren gemodelleerd worden, namelijk als een *mixed-integer linear* programma, een *deterministic dynamic single carrier collaboration* probleem, een *multi-commodity flow* probleem of een *rich vehicle routing* probleem (Verdonck et al., 2013).

5.2.1.1 *Mixed-integer linear programme*

Agarwal en Ergun (2010) modelleren samenwerkingen in de lijnvaartindustrie waarbij een vloot gebundeld wordt als een *mixed-integer linear* programma (MILP). Deze context kan als gelijkwaardig worden beschouwd aan transportbedrijven die voertuigcapaciteit delen. Om het capaciteitsprobleem optimaal op te lossen, zal de vloot van elke individuele vervoerder gecombineerd worden, net zoals de vraag van elke vervoerder. Het probleem wordt daarna geformuleerd als een *mixed-integer linear* programma en opgelost met een heuristiek. Als gevolg van het delen van capaciteit, zal de bezettingsgraad verbeteren en kunnen vervoerders hogere frequenties aanbieden aan hun klanten. Het MILP leidt tot een optimale set van te bedienen ritten, de te leveren lading en de afgelegde weg om de geselecteerde lading te leveren (Verdonck et al., 2013).

5.2.1.2 *Deterministic dynamic single carrier collaboration problem*

Een goed voorbeeld van het delen van voertuigcapaciteit is het combineren van *less-than-truckload*¹¹ (LTL) ladingen. Hiermee hopen de partners synergie-effecten te bereiken op vlak van te bedienen gebieden, optimalisering van reistijden en de servicekwaliteit (Juan et al., 2014).

Hernandez et al. (2011) modelleren een stochastische LTL-samenwerking waarbij de capaciteit wordt gedeeld om de kosten te minimaliseren. Het probleem is stochastisch omdat de collectieve capaciteit afhankelijk is van de tijd. Het doel van deze benadering is om een tijdsafhankelijke samenwerkingsstrategie te bepalen voor een individuele vervoerder in de samenwerking, door de identificatie van een aantal gezamenlijke ritten die de totale kosten minimaliseren rekening houdend met de eisen van de klant. De vervoerder kan capaciteit van de samenwerkingspartners gebruiken afhankelijk van de beschikbaarheid. Elke vervoerder gebruikt eerst zijn eigen beschikbare capaciteit, om deze daarna met andere vervoerders te delen. De laad-, los- en holdingkosten van de gedeelde capaciteit worden gelijk verdeeld tussen de betrokken samenwerkingspartners (Verdonck et al., 2013).

5.2.1.3 *Multi-commodity flow problem*

Het doel bij de benadering van Houghtalen et al. (2011) is om de samenwerkingsopbrengsten te maximaliseren in plaats van het minimaliseren van de kosten. De horizontale samenwerking verloopt via gedeeltelijke integratie van transportnetwerken en het delen van middelen. Hiervoor moeten de samenwerkende vervoerders worden aangemoedigd om beslissingen over vrachtacceptatie en ritten te nemen die in lijn zijn met de optimale oplossing van de samenwerking. Om dit te bereiken worden

¹¹ Een verzendingsdienst voor relatief kleine ladingen of hoeveelheden vracht. De vervoerder combineert de ladingen van verschillende bedrijven op zijn vrachtwagen om zo kostenbesparend te werken.

vervoerders betaald voor capaciteit die door andere deelnemers in de samenwerking wordt gebruikt. Houghthalen et al. (2011) modelleren twee manieren waarop het individuele gedrag van een vervoerder kan worden geanalyseerd. Enerzijds ontwikkelen ze het *Limited Control*-model waarbij de beslissingen van een individuele vervoerder beperkt worden en het gebruik van voertuigcapaciteit per vervoerder beperkt is. Dit zorgt voor een beperking in de capaciteit die elke vervoerder mag gebruiken op een bepaalde route. Dit model wordt geformuleerd als een *multi-commodity flow* probleem met een doelfunctie die het verschil maximaliseert tussen de totale inkomsten uit het uitvoeren van orders en de som van de ontvangen betalingen. Anderzijds neemt het *Strict Control*-model aan dat slecht één enkele vervoerder de volledige controle heeft over de beslissingen van de andere vervoerders. Dit betekent dat alle orders van andere vervoerders worden opgenomen in het model van de vervoerder die de controle heeft. Ook dit wordt geformuleerd als een *multi-commodity flow* probleem. In beide modellen kan de waarde van de betalingen bepaald worden door middel van inverse optimalisatietechnieken (Verdonck et al., 2013).

5.2.1.4 Rich vehicle routing probleem

Het *rich vehicle routing* probleem (VRP), gemodelleerd door Sprenger en Mönch (2012), is gesitueerd in de voedingsindustrie. Verschillende producenten, met dezelfde klanten en complementaire producten, werken horizontaal samen door hun voertuigen te delen. Hierdoor willen ze de leveringskosten doen dalen en de prestaties op het vlak van tijdige leveringen verbeteren. Het coöperatieve transportprobleem wordt opgelost in twee fasen. Ten eerste wordt een heuristisch voorstel gedaan dat het totale transportprobleem oplost, rekening houdend met het gehele distributienetwerk en klantorders van alle producten. Deze worden onderverdeeld in VRP-subproblemen die elk geassocieerd worden met een specifieke netwerkzone. Daarna wordt zowel een eenvoudig heuristisch model als *ant colony*¹² optimalisatie gebruikt om de subproblemen zo optimaal mogelijk op te lossen (Verdonck et al., 2013).

5.2.2 Onderhandelingsprotocol

Met behulp van het onderhandelingsprotocol van Fischer et al. (1996) kunnen logistieke dienstverleners stochastische klantaanvragen bedienen, gebruikmakend van een set van vrachtwagens. Kenmerkend voor deze techniek is dat de organisaties zelf geen orders inplannen, maar de chauffeurs van de vrachtwagens zijn zelf verantwoordelijk voor het inplannen van de orders via een geautomatiseerd beslissingsondersteunend systeem. Dit maakt het systeem flexibel zodat snel gereageerd kan worden op onverwachte gebeurtenissen zonder dat een globale herplanning nodig is. Op basis van de informatie die ontvangen is van de vrachtwagens over de benutting van de capaciteit, kan een vervoerder open capaciteit meedelen aan samenwerkende partners. Indien een partner wil samenwerken, start de onderhandelingsprocedure op basis van veilingsmechanismen. Eerst zal de aanbiedende vervoerder een bod sturen. Dit bod kan de andere vervoerder aanvaarden, afwijzen of wijzigen door een tegenbod te plaatsen. Dit proces gaat door totdat beide partijen het

¹² Een algoritme dat gebaseerd is op het gedrag van een mierenkolonie op zoek naar eten. Mieren laten feromonen achter bij het zoeken naar eten. Andere mieren op deze route kunnen de feromonen ruiken. Door het vrijgeven van deze feromonen kunnen mieren de route die ze hebben gelopen markeren en zo aanwijzingen geven voor andere mieren die op zoek zijn naar voedsel. Naarmate de tijd en het aantal mieren toeneemt, zal de concentratie feromonen in de omgeving veranderen, waardoor de mieren geleidelijk aan de kortste route tussen hun nest en het voedsel kunnen vinden (Meng & Pian, 2016).

eens zijn over de overdrachtswaarde of totdat duidelijk wordt dat er nooit een compromis zal bereikt worden (Verdonck et al., 2013).

6 Facility location probleem

6.1 Introductie

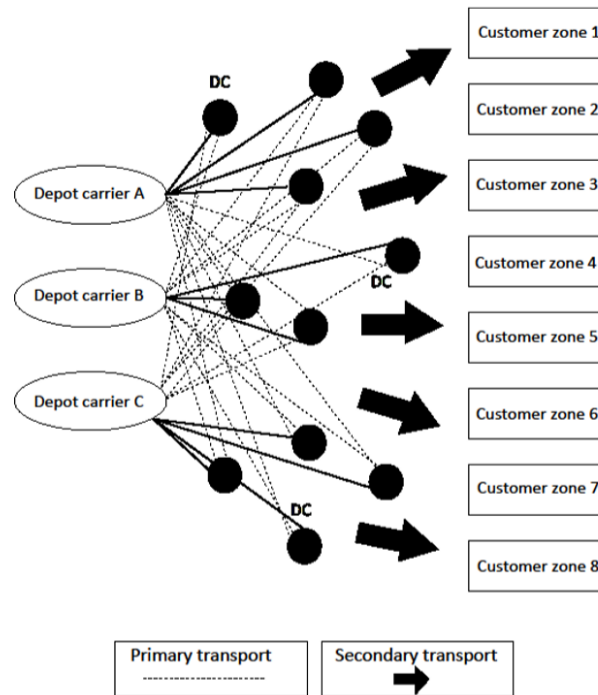
Naast het delen van klantorders en voertuigcapaciteit, kan ook horizontaal worden samengewerkt door het delen van magazijnen of distributiecentra met partnerbedrijven. Door gezamenlijk en optimaal te beslissen over twee beslissingen, streven samenwerkende bedrijven ernaar hun totale logistieke kosten te minimaliseren. De eerste beslissing is welke distributiecentra worden geopend en de tweede beslissing is op welke wijze de productstromen aan elk distributiecentrum worden toegewezen (Verdonck, 2017). De te minimaliseren totale logistieke kosten bestaan uit de vaste kosten voor het openhouden van de distributiecentra en alle kosten van het primair transport (tussen bedrijfsdepots en distributiecentra) en secundair transport (tussen distributiecentra en klantzones). Bij de primaire transportkosten worden de kosten opgeteld die in elk distributiecentrum voor elk type product worden gemaakt. Bij de secundaire transportkosten worden de kosten opgeteld die gemaakt worden in een klantzone bij de levering van elk type product (Verdonck et al., 2016).

Het hierboven beschreven kostenminimalisatie probleem wordt het coöperatieve *facility location* probleem (*FLP*) genoemd. In een traditioneel *facility location* probleem wordt een optimale set van locaties geselecteerd voor het bouwen van faciliteiten en worden de totale minimale kosten voor deze locaties toegerekend aan de klanten. In de context van horizontale vervoerdersamenwerking is een andere focus van toepassing. Niet alleen de set van klanten, maar ook de set van potentiële locaties zal variëren met de selectie van partners. Bovendien moet de kostenverdeling plaatsvinden tussen de vervoerders in de samenwerking in plaats van tussen de klanten. Hierdoor wordt het zeer belangrijk om partnercomplementariteit en -selectie een integraal onderdeel te laten uitmaken van het besluitvormingsproces (Verdonck, 2017).

Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen een *uncapacitated* en *capacitated* versie van het probleem, op basis van bestaande capaciteitslimieten van elke faciliteit. Daarnaast kan het *single-source* en *multi-source* probleem worden onderscheiden, afhankelijk van het aantal faciliteiten dat elke klant mag bedienen (Verdonck et al., 2016).

Het onderzoek van Verdonck (2017) gaat uit van een *multi-company, two-stage, capacitated facility location* probleem, waarbij *multiple sourcing*¹³ is toegestaan. Zoals voorgesteld op Figuur 1 bestaat het toeleveringsnetwerk uit logistieke dienstverleners die compatibele producten naar meerdere klantzones voeren. Deze vervoersactiviteit bestaat uit twee fasen. De eerste fase is het primair vervoer van het centrale depot van elke vervoerder naar een aantal distributiecentra. De tweede fase is het secundair vervoer van deze distributiecentra naar de verschillende klantzones. Het doel van het coöperatieve *facility location* probleem is het delen van distributiecentra met als doel het verminderen van de vaste en variabele logistieke kosten voor de samenwerking (Verdonck, 2017).

¹³ De vraag in één klantzone kan vanuit meer dan één distributiecentrum worden ingevuld (Verdonck, 2017).



Figuur 1: Multi-company two-stage supply network, met primair transport tussen de centrale depots en de distributiecentra en secundair transport tussen de distributiecentra en de klantzones (Verdonck et al., 2016)

Het coöperatieve *facility location* probleem beschreven in Verdonck et al. (2016) en Verdonck (2017) maakt enkele veronderstellingen. Ten eerste wordt het vrachtvervoer uitgedrukt in termen van productstromen in plaats van individuele voertuigen met een capaciteitsbeperking, omdat vervoerders in de praktijk in staat zijn om externe vervoerders in te huren. Daarnaast heeft elke vervoerder een eigen centraal depot van waaruit de goederen worden gedistribueerd naar de distributiecentra en klantzones. De vaste kosten, de maximale capaciteit en de locaties van de distributiecentra zijn bekend en de capaciteit van elk distributiecentrum is constant. Ook zijn de locaties van de klantzones en de transportvraag van elke vervoerder op voorhand gekend. Tot slot kunnen alle distributiecentra bevoorrad worden door meer dan één vervoerder en kan elk distributiecentrum meerdere productunits leveren aan meer dan één klantzone. Op deze manier kan een vervoerder zijn distributiecentra delen met samenwerkende vervoerders (Verdonck, 2017).

Het doel is om een verzameling van distributiecentra te openen die geassocieerd zijn met de samenwerkende partners. Bovendien moet voor elk operationeel distributiecentrum een beslissing worden genomen over het totaal aantal producteenheden dat van de centrale depots van de vervoerders naar het distributiecentrum wordt getransporteerd. Ook moet beslist worden hoeveel producteenheden van het distributiecentrum naar de klantzones worden getransporteerd (Verdonck, 2017).

Bij het coöperatieve *facility location* probleem is een eerlijke verdeling van de gezamenlijke besparingen een belangrijk punt. Indien samenwerkende partners kiezen voor een bepaald type kosttoewijzingsmechanisme, moeten alle partners zich verbinden om steeds rekening te houden met het doel van de samenwerking en streven ze naar een lange-termijn stabiliteit van de samenwerking (Verdonck, 2017).

Onderzoek van Verdonck et al. (2016) toont aan dat het besparingsniveau van het coöperatieve *facility location* probleem varieert van 3,52% tot 21,62%, met een gemiddeld besparingsniveau van 9,1%. Onderzoek van Verdonck (2017) resulteert in een besparingsniveau van 1,75% tot 24,52%, met een gemiddeld besparingsniveau van 9,35%. Deze onderzoeksresultaten van Verdonck et al. (2016) en Verdonck (2017) zijn steeds berekend met deterministische probleemparameters.

Horizontale samenwerking door middel van het delen van distributiecentra kan dus grote operationele voordelen opleveren voor vervoerders. Er zijn vier factoren die effect hebben op dit besparingsniveau: de vaste kosten van de distributiecentra, het aantal klantzones, het aantal samenwerkingspartners en de mate van ongelijkheid van samenwerkingspartners. Deze vier factoren worden in onderstaande secties besproken (Verdonck et al., 2016).

Naast deze vier factoren, zijn er nog andere probleemparameters die invloed kunnen hebben op het resultaat van het coöperatieve *facility location* probleem, zoals de kosten om een product te transporteren van een bepaalde vervoerder naar een distributiecentrum en verder naar de klant, de vraag van klanten in een bepaalde klantzone en de capaciteit van een distributiecentrum (Verdonck, 2017).

In het praktijkgedeelte zal bestudeerd worden wat het effect is indien de klantenvraag en de transportkosten een stochastisch karakter hebben. Op deze manier wordt meer inzicht verworven in de werking en efficiëntie van horizontale samenwerkingen waarbij distributiecentra gedeeld worden.

6.1.1 Vaste kosten van distributiecentra

In een traditioneel *facility location* probleem komen een groot aantal potentiële locaties in aanmerking, waarvan doorgaans een klein aantal locaties effectief worden geopend op basis van de optimalisatie. In de context van het coöperatieve *facility location* probleem start elke vervoerder met een set van open distributiecentra. De capaciteit en de locaties zijn al bijna optimaal benut voor deze vervoerder wanneer deze onafhankelijk werkt. Indien vervoerders overwegen om aan een horizontale logistieke samenwerking deel te nemen, vormt deze set van faciliteiten het uitgangspunt. Vanuit deze situatie wordt onderzocht of besparingen kunnen worden gerealiseerd door een horizontale logistieke samenwerking. Deze besparingen zullen optreden door ofwel alle bestaande distributiecentra open te houden, maar een betere herverdeling te maken van de transportritten, ofwel door een aantal distributiecentra te sluiten en de verdeling van de transportritten opnieuw te optimaliseren (Verdonck, 2017).

In het onderzoek van Verdonck et al. (2016) wordt een beperking op het aantal beschikbare distributiecentra opgelegd, namelijk diegene die elke vervoerder al ter beschikking heeft. Distributiecentra zijn ontworpen met een kleine speling van capaciteit. Daarom zal het delen van distributiecentra niet leiden tot de sluiting van meerdere reeds bestaande distributiecentra. Zo zullen de vaste kosten van de distributiecentra niet de grootste besparingsfactor zijn in de samenwerking. Een gematigd positief effect van 0,53% hebben de vaste kosten op het niveau van de gezamenlijke besparingen (Verdonck et al., 2016). Indien vervoerders te maken krijgen met hoge investeringen voor de distributiecentra, zal dit de stimulansen om horizontaal samen te werken wel vergroten. Om de stijging van deze kosten te compenseren, verbeteren vervoerders de gezamenlijke distributie

door het distributienetwerk te optimaliseren. Dit netwerk verbindt de depots, de distributiecentra en de klantzones met elkaar (Verdonck, 2017).

6.1.2 Aantal klantzones

De geografische dekking van een samenwerking is een belangrijk aspect bij het coöperatieve *facility location* probleem om te onderzoeken (Verdonck, 2017). Het aantal klantzones blijkt een positieve invloed te hebben op de gerealiseerde besparingen. Indien tien klantzones worden bediend in plaats van zes, zal dit gemiddeld een besparing van 1,58% opleveren. Een grotere geografische dekking kan meer samenwerkingsmogelijkheden bieden en kan dus leiden tot grotere kostenbesparingen (Verdonck et al., 2016).

6.1.3 Aantal samenwerkingspartners

Het aantal samenwerkingspartners kan een grote invloed hebben op de resultaten van een samenwerking. Daarom is het ook van belang om het effect hiervan te onderzoeken (Verdonck, 2017). In het onderzoek van Verdonck (2017) werd rekening gehouden met een vast aantal samenwerkingspartners. In de praktijk kan het aantal samenwerkingspartners echter wisselen of veranderen gedurende de samenwerking.

In tegenstelling tot het delen van informatie of voertuigen, zijn er *diseconomies of scale* in termen van het aantal samenwerkingspartners. Bovendien blijkt uit de resultaten dat horizontale samenwerkingen op het niveau van de distributiecentra goed werkt met een beperkt aantal partners. Zo zal een samenwerking met twee partners een kostenbesparing opleveren die gemiddeld 4,73% hoger ligt dan die van een samenwerking met drie partners. Als de markt meer geconsolideerd is, zodat twee vervoerders dezelfde totale vraag bedienen in plaats van drie, en ondanks het feit dat ze toegang hebben tot minder potentiële locaties voor een distributiecentrum, leidt een samenwerking met twee vervoerders dus tot aanzienlijk hogere kostenbesparingen (Verdonck et al., 2016).

Indien het aantal samenwerkingspartners stijgt, kan het proces van het selecteren van een kosttoewijzingsmechanisme, die door alle partners als eerlijk wordt beschouwd, ook moeilijker worden. Daarnaast verhoogt een stijging van samenwerkingspartners de complexiteit van de samenwerking en zullen de kosten voor het onderhouden van de samenwerkingsrelaties stijgen (Verdonck, 2017). Een samenwerking met een beperkt aantal partners zal dus de complexiteit van de samenwerking verminderen en het kan de kracht van de onderlinge partnerrelaties versterken (Verdonck et al., 2016).

6.1.4 Mate van ongelijkheid van samenwerkingspartners

Operationele fit tussen partnerbedrijven, zoals beschreven in sectie 4.1.2, is bepalend voor de resultaten van een samenwerking. Verdonck (2017) onderzocht de impact van gelijkenissen tussen bedrijven op de samenwerking. De mate waarin bedrijven gelijkaardig zijn, wordt gemeten aan de hand van de fractie van de totale vraag die elke vervoerder bedient en het aantal distributiecentra dat de vervoerder bijdraagt aan de samenwerking (Verdonck, 2017).

De mate van ongelijkheid heeft het grootste positieve effect op de gerealiseerde kostenbesparingen. Samenwerkingen met partners die verschillen op vlak van eigendom van distributiecentra en vraagverdeling, zullen gemiddeld 5,92% meer winnen dan een partnerschap met gelijkaardige

deelnemers. Bedrijven die verschillen in gemiddelde orderomvang en/of aantal orders zullen betere resultaten hebben in termen van gezamenlijke winst. Er moet wel rekening gehouden worden met mogelijke eenzijdige dominantie bij kostenverdelingsregelingen. Daarom moeten logistieke dienstverleners een afweging maken tussen de haalbare kostenbesparingen, die hoger zijn naarmate de ongelijkheid toeneemt, en de praktische uitvoering van een eerlijke toekenning van de totale winst, die kan worden belemmerd door een toenemende mate van ongelijkheid tussen partners (Verdonck et al., 2016).

Praktijkstudie

7 Introductie

In sectie 6 van de literatuurstudie is het coöperatieve *facility location* probleem beschreven zoals in het onderzoek van Verdonck (2017), vanuit een deterministisch perspectief. In deze praktijkstudie zal hieraan een vervolg worden gegeven. Vertrekkend van het model van Verdonck (2017) zullen twee deterministische factoren worden omgezet naar stochastische factoren, namelijk de klantenvraag en de transportkosten. Voor deze twee factoren worden enkele scenario's gecreëerd op basis van wetenschappelijke en vulgariserende literatuur, waarna de nodige gegevens in een Excel-file worden omgezet. Op basis van deze scenario's wordt het coöperatieve *facility location* probleem vervolgens geoptimaliseerd met behulp van Lingo-software. Het uiteindelijke doel van deze praktijkstudie is om het effect op het besparingsniveau van horizontale logistieke samenwerking te onderzoeken indien enkele kernparameters stochastisch van aard zijn. Hierbij wordt de veronderstelling gemaakt dat de klantenvraag en de transportkosten *ceteris paribus* variëren, of dat dus alle andere probleemparameters constant blijven.

In sectie 8 zal het wiskundig model van het coöperatieve *facility location* probleem worden beschreven, waarna sectie 9 het basisscenario beschrijft uit Verdonck (2017) en de scenario's die in deze praktijkstudie worden geanalyseerd. Tot slot worden in sectie 10 de resultaten van de scenario's besproken, wat in sectie 11 gevolgd wordt door een conclusie.

8 Wiskundig model

Verdonck (2017) beschrijft het coöperatieve *carrier facility location* probleem (CCFLP) als een *multi-company, two-stage, capacitated facility location* probleem waarbij *multiple sourcing* is toegestaan. Het doel van het CCFLP is om de totale kosten (vaste kosten voor het openhouden van de distributiecentra, primaire kosten en secundaire kosten) te minimaliseren. De vervoerders die deelnemen aan de samenwerking en hun distributiecentra delen, zijn op voorhand gekend (Verdonck, 2017). Deze assumptie blijft behouden in deze praktijkstudie.

Het wiskundig model voor het CCFLP van Verdonck (2017) wordt beschreven als een *mixed-integer linear programming (MILP)* met volgende notatie:

Data

I	Set van vervoerders (index i)
A	Set van distributiecentra (index a)
B	Set van klanten (index b)
c_{iab}	Transportkost om één enkel product van vervoerder i naar distributiecentrum a en verder naar klant b te vervoeren
F_a	Vaste kosten van een operationeel distributiecentrum
D_{ib}	Vraag naar producten van vervoerder i in klantenzone b
T_a	Capaciteit of doorstroom-limiet van een distributiecentrum

g_{ia}	Indicator die gelijk is aan 1 indien distributiecentrum a toebehoort aan vervoerder i , anders 0
w_i	Indicator die gelijk is aan 1 indien vervoerder i deelneemt aan de samenwerking, anders 0

Tabel 4: Notatie CCFLP data (Verdonck, 2017)

Beslissingsvariabelen	
Z_{iab}	Totaal aantal producten getransporteerd van vervoerder i naar klantzone b via distributiecentrum a
o_a	Gelijk aan 1 als distributiecentrum operationeel is, anders 0

Tabel 5: Notatie CCFLP beslissingsvariabelen (Verdonck, 2017)

Op basis van bovenstaande notatie kan het CCFLP als volgt gemodelleerd worden (Verdonck, 2017):

$$\text{Min} \sum_{a \in A} F_a o_a + \sum_{i \in I} \sum_{a \in A} \sum_{b \in B} c_{iab} z_{iab} \quad (8.1)$$

Onderworpen aan

$$\sum_{a \in A} z_{iab} \geq D_{ib} w_i \quad \forall b \in B, i \in I \quad (8.2)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{b \in B} z_{iab} \leq T_a o_a \quad \forall a \in A \quad (8.3)$$

$$o_a \leq w_i + 1 - g_{ia} \quad \forall i \in I, a \in A \quad (8.4)$$

$$o_a \in \{0,1\} \quad \forall a \in A \quad (8.5)$$

$$z_{iab} \geq 0 \quad \forall i \in I, a \in A, b \in B \quad (8.6)$$

De doelfunctie (8.1) minimaliseert de som van de vaste kosten van de operationele distributiecentra en de transportkosten voor de distributie van producten van de centrale depots naar de distributiecentra en verder naar de klantzones. Naast de doelfunctie zijn er nog een aantal beperkingen. De eerste beperking (8.2) garandeert dat de totale vraag van alle klantzones wordt voldaan. Daarna zorgt beperking (8.3) ervoor dat de totaliteit van producten die getransporteerd worden door de vervoerders, de doorstroom-limiet van de distributiecentra niet overschrijdt. Vervolgens garandeert beperking (8.4) het binaire karakter van beslissingsvariabelen o_a en tot slot zorgt beperking (8.6) voor een niet-negativiteitsbeperking op beslissingsvariabelen z_{iab} (Verdonck, 2017).

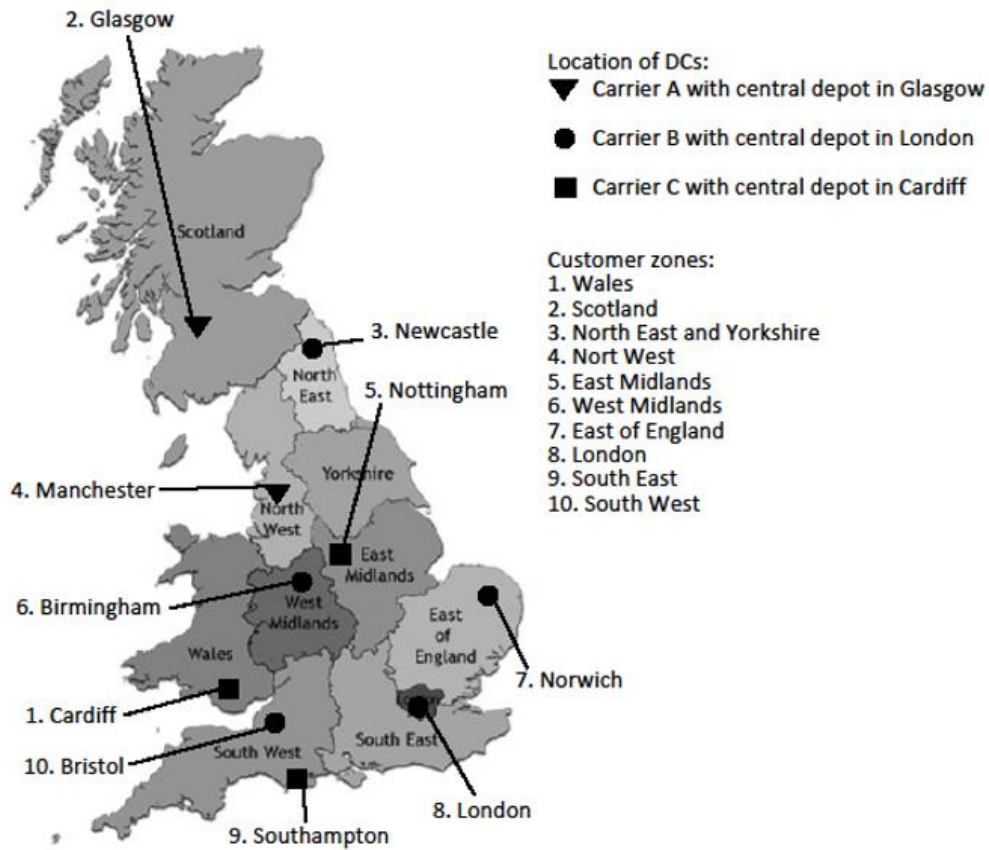
9 Scenario's

Uit de literatuurstudie is reeds gebleken dat horizontale logistieke samenwerking veel voordelen heeft en dat een horizontale logistieke samenwerking kostenbesparend is voor samenwerkingspartners. In bestaand onderzoek werd horizontale logistieke samenwerking hoofdzakelijk benadert vanuit een deterministisch perspectief. In deze praktijkstudie wordt het effect van twee stochastische parameters op de samenwerkingsresultaten onderzocht. Ten eerste wordt een verandering in de klantenvraag geanalyseerd op basis van vier scenario's. In de scenario's wordt tweemaal een stijging van de vraag en tweemaal een daling van de vraag voorgesteld om het effect op het besparingsniveau te kunnen onderzoeken. De scenario's zijn: het effect van een laagseizoen op de vraag, een stijging van de vraag ten gevolge van een marketingcampagne, een stijging van het aantal klanten in de markt en een daling van het inkomen van de klanten. Daarna wordt het effect van stochastische transportkosten bestudeerd. Ook hier wordt uitgegaan van vier scenario's. Aangezien transportkosten zelden dalen, zal slechts één scenario een daling in de transportkosten voorstellen, terwijl drie andere scenario's een stijging van de transportkosten veronderstellen. De scenario's zijn: een daling van de brandstofkosten, een stijging van de lonen van vrachtwagenbestuurders, regulering van de overheid en een verhoogde benodigde beveiliging van vrachtwagens. De analyses van de scenario's worden besproken in sectie 10 en zullen steeds worden vergeleken met het basisscenario uit secties 9.1 en 10.1.

9.1 Basisscenario

Het basisscenario, dat gedetailleerd wordt beschreven in Verdonck (2017), gaat uit van drie vervoerders met centrale depots gelokaliseerd in Schotland, Londen en Wales. Deze vervoerders zullen producten verdelen in twee fasen aan tien klantzones (Figuur 1). De producten die verdeeld worden, zijn compatibel zodat ze een gelijkaardig type van distributiecentrum nodig hebben. De eigenschappen en locaties van alle distributiecentra, de centrale depots en klantzones zijn weergegeven op Figuur 2 (Verdonck, 2017).

De vaste kosten en de maximum capaciteit van alle distributiecentra zijn gekend en blijven constant in deze praktijkstudie. De klantenvraag komt uit tien verschillende klantzones in het Verenigd Koninkrijk (Verdonck, 2017). In Tabellen 6, 7 en 8 worden vervoerders A, B en C (Figuur 2) respectievelijk weergegeven als Y1, Y2 en Y3. Tabel 6 geeft de klantenvraag van elke vervoerder (Y) uit elke klantzone (C) weer. De primaire en secundaire transportkosten worden weergegeven in tabel 7 en 8. De primaire transportkosten staan voor de kosten van het depot van elke vervoerder (Y) naar de distributiecentra (D), de secundaire transportkosten geven de kosten weer van de distributiecentra (D) naar de klantzones (C).



Figuur 2: Geografische locaties van de centrale depots, distributiecentra en klantenzones voor vervoerder A, B en C (Verdonck et al., 2016)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Y1	16.990	28.883	43.042	39.077	23.786	30.582	31.149	41.909	46.440	28.317
Y2	42.475	72.208	107.600	97.693	59.465	76.455	77.871	104.770	116.100	70.792
Y3	25.485	43.325	64.562	58.616	35.679	45.873	46.723	62.863	69.659	42.475

Tabel 6: Vraaggegevens basisscenario (Verdonck, 2017)

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
Y1	498	0	187	268	299	362	461	498	530	461
Y2	174	498	336	250	162	137	124	0	100	137
Y3	0	498	374	250	187	124	312	174	162	50

Tabel 7: Primaire transportkosten basisscenario (Verdonck, 2017)

Y1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	38	537	412	288	226	163	350	213	200	88
D2	537	38	226	306	338	400	500	537	568	500
D3	412	226	38	213	226	288	338	375	462	412
D4	288	306	213	38	126	150	263	288	325	250
D5	226	338	226	126	38	101	200	200	250	213
D6	163	400	288	150	101	38	226	176	213	150
D7	350	500	338	263	200	226	38	163	288	325
D8	213	537	375	288	200	176	163	38	138	176
D9	200	568	462	325	250	213	288	138	38	163
D10	88	500	412	250	213	150	325	176	163	38

Y2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	38	537	412	288	226	163	350	213	200	88
D2	537	38	226	306	338	400	500	537	568	500
D3	412	226	38	213	226	288	338	375	462	412
D4	288	306	213	38	126	150	263	288	325	250
D5	226	338	226	126	38	101	200	200	250	213
D6	163	400	288	150	101	38	226	176	213	150
D7	350	500	338	263	200	226	38	163	288	325
D8	213	537	375	288	200	176	163	38	138	176
D9	200	568	462	325	250	213	288	138	38	163
D10	88	500	412	250	213	150	325	176	163	38
Y3	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	38	537	412	288	226	163	350	213	200	88
D2	537	38	226	306	338	400	500	537	568	500
D3	412	226	38	213	226	288	338	375	462	412
D4	288	306	213	38	126	150	263	288	325	250
D5	226	338	226	126	38	101	200	200	250	213
D6	163	400	288	150	101	38	226	176	213	150
D7	350	500	338	263	200	226	38	163	288	325
D8	213	537	375	288	200	176	163	38	138	176
D9	200	568	462	325	250	213	288	138	38	163
D10	88	500	412	250	213	150	325	176	163	38

Tabel 8: Secundaire transportkosten basisscenario (Verdonck, 2017)

9.2 Klantenvraag

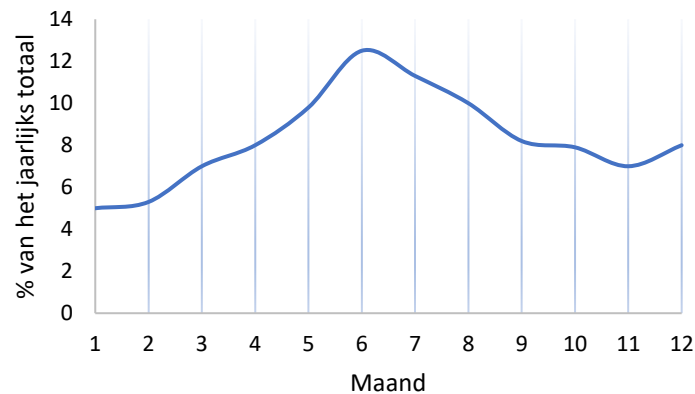
Over de vier verschillende vraagscenario's heen zal hetzelfde product worden verondersteld om in de analyse een correcte vergelijking te kunnen maken van de impact van de vraagschommelingen. Het product bier, of algemener alcohol, vormt de leidraad doorheen de gecreëerde scenario's. Het basisscenario bevat gegevens uit het Verenigd Koninkrijk. Om onderstaande scenario's te creëren, wordt de assumptie gemaakt dat gegevens uit Europa representatief zijn.

9.2.1 Seizoenen

Een periodiciteit in de klantenvraag kan worden verklaard door sociale en economische fenomenen. In het algemeen wordt seizoensgebondenheid gekenmerkt door een gestructureerd vraagpatroon in plaats van willekeurige onregelmatigheden. Een eenvoudige index om seizoensgebondenheid te onderzoeken is de winter/zomerverhouding. De gemiddelden in de wintermaanden worden vergeleken met de gemiddelden in de zomermaanden. Deze index kan informatie weergeven over het patroon van de vraag en eventuele afwijkingen. De winter/zomerverhouding houdt geen rekening met de seizoenen herfst en lente. Om deze seizoenen te vergelijken met elkaar, kunnen de gemiddelden opnieuw met elkaar vergeleken worden (Lo Magno, Ferrante, & De Cantis, 2017).

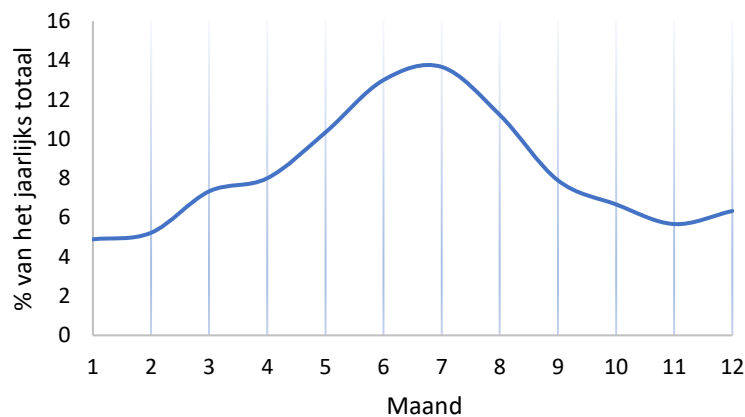
Silm en Ahas (2005) bestudeerden het alcoholgebruik in Estland als een seizoensgebonden fenomeen. Vaak wordt dit fenomeen veroorzaakt door sociale factoren, maar bepaalde triggeringmechanismen zijn meestal verbonden met omgevingsfactoren zoals de temperatuur of de hoeveelheid neerslag. Zo heeft bier een piekperiode in de zomer en een dieptepunt in de eerste

maanden van het jaar. In Figuur 3 wordt het maandelijks verkochte percentage bier ten opzichte van het jaarlijks totaal weergegeven van Estland in 2003 (Silm & Ahas, 2005).



Figuur 3: Verkooppercentage van bier in Estland (Silm & Ahas, 2005)

Centrale Europese landen (zoals Oostenrijk, België, Duitsland, Ierland, Nederland en het Verenigd Koninkrijk) zijn traditioneel bier-producerende en -consumerende landen. De bevolking van België, Ierland en het Verenigd Koninkrijk consumeren bier het vaakst buiten huis, terwijl in Oostenrijk, Duitsland en Zwitserland bier het meeste binnen huis wordt geconsumeerd. Over de periode van 1992 tot en met 2004 is een lichte daling op te merken in het aantal liter bier geconsumeerd per capita in de centrale Europese landen. In diezelfde periode is de bierconsumptie in Spanje en Italië toegenomen, terwijl in Frankrijk en Portugal een daling is vastgesteld (Marques-Vidal, 2008). Marques-Vidal (2008) geeft de maandelijks consumptie (in percentage van het jaarlijks totaal) weer in Italië in de periode van 1996 tot en met 2004. Deze gegevens bevinden zich in Bijlage 1. In Figuur 4 wordt telkens het gemiddelde percentage per maand voorgesteld ten opzicht van het jaarlijks totaal over de periode van 1996 tot en met 2004.



Figuur 4: Gemiddelde bierconsumptie in Italië (Marques-Vidal, 2008)

In de gegevens van Silm en Ahas (2005) en Marques-Vidal (2008) is hetzelfde patroon terug te vinden. Een piekseizoen vindt plaats in de zomermaanden, terwijl de vraag naar bier sterk afneemt in de winterperiode.

Op basis van bovenstaande studies worden enkele assumpties gemaakt voor de verdere analyse in deze praktijkstudie. Ten eerste is het basisscenario de piekperiode of het hoogseizoen, bestaande uit de maanden juli, augustus en september. Dit hoogseizoen zal worden vergeleken met het laagseizoen, bestaande uit de maanden januari, februari en maart. In Tabel 9 worden de consumptiegegevens voor het hoog- en laagseizoen uit Silm en Ahas (2005) voorgesteld. In Tabel 10 worden de consumptiegegevens voor het hoog- en laagseizoen uit Marques-Vidal (2008) voorgesteld.

	Jan	Feb	Maa	Jul	Aug	Sep	Gemiddelde
Laagseizoen	5%	5,3%	7%				5,77%
Hoogseizoen				11,3%	10%	8,2%	9,83%

Tabel 9: Consumptiegegevens voor het hoog- en laagseizoen uit Silm en Ahas (2005)

	Jan	Feb	Maa	Jul	Aug	Sep	Gemiddelde
Laagseizoen	5%	5%	7%				5,81%
Hoogseizoen				14%	11%	8%	10,93%

Tabel 10: Consumptiegegevens voor het hoog- en laagseizoen uit Marques-Vidal (2008)

Het basisscenario stelt het hoogseizoen voor. We nemen aan dat dit gelijk staat aan een gemiddelde vraag van 10%. Het effect op het besparingsniveau zal onderzocht worden indien de vraag daalt naar 5,80% over alle klantzones heen. Dit is een procentuele daling van 42%. De vraaggegevens voor dit scenario worden voorgesteld in Tabel 11.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Y1	9.854	16.752	24.964	22.665	13.796	17.738	18.066	24.307	26.935	16.424
Y2	24.636	41.881	62.408	56.662	34.490	44.344	45.165	60.767	67.338	41.059
Y3	14.781	25.129	37.446	33.997	20.694	26.606	27.099	36.461	40.402	24.636

Tabel 11: Vraaggegevens seizoenen

9.2.2 Marketing

Bier is een heterogeen product met tal van verschillen in producttype en kwaliteit (Nelson, 2005). Het adverteren van bier kan op verschillende manieren gebeuren. Zo kan reclame van bier voorkomen in de media, sponsoring, *product placement* in films en tv-programma's, mailadvertenties, prijspromoties in winkels of promoties gericht op groothandelaren of detailhandelaren. Producenten van bier kiezen in het algemeen liever voor marketing om het product in de kijker te zetten, dan via prijsconcurrentie (Saffer & Dhaval, 2006).

België heeft sinds 25 april 2013 strikte regels rond de reclame van alcoholhoudende dranken. Zo mag reclame niet gericht zijn op minderjarigen of zwangere vrouwen en mag reclame van alcoholhoudende dranken niet getoond worden tijdens een voorvertoning van een film die voornamelijk gericht is op minderjarigen. Deze regels werden ondermeer ondertekend door Belgische Brouwers, de Raad voor de Reclame, Testaankoop en de minister van volksgezondheid (VAD, 2019).

Gallet (2007) onderzocht de elasticiteit van reclame bij alcoholische dranken. Uit dit onderzoek blijkt dat de gemiddelde reclame-elasticiteit van bier 0,02 is (Gallet, 2007). Het jaarverslag van Anheuser-

Busch InBev (2018b) van 2017 toont een stijging in de verkoop- en marketingkosten van 7.745 miljoen US dollar naar 8.382 miljoen US dollar. Dit is een procentuele stijging van 8,22%.

In de analyse van dit vraagscenario zal de klantenvraag worden aangepast, rekening houdend met een reclame-elasticiteit van 0,02 en een procentueel verschil in de uitgaven van reclamekosten van 8,22%. Dit resulteert in een stijging van de klantenvraag van 0,16%. De vraaggegevens voor dit scenario worden weergegeven in Tabel 12.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Y1	17.018	28.931	43.113	39.141	23.825	30.632	31.200	41.978	46.516	28.364
Y2	42.545	72.327	107.777	97.854	59.563	76.581	77.999	104.942	116.291	70.908
Y3	25.527	43.396	64.668	58.712	35.738	45.948	46.800	62.966	69.774	42.545

Tabel 12: Vraaggegevens marketing

9.2.3 Aantal klanten in de markt

In Europa is een sterke evolutie in de biersector aan de gang. Alcoholvrije, alcoholarme bieren en microbrouwerijen winnen aan populariteit. Dit heeft geleid tot een verdubbeling van Europese brouwerijen en tot een sterke groei van het aantal merken (Horckmans, 2018). Momenteel bedragen de alcoholvrije en alcoholarme bieren 8% in de bierportefeuille van Anheuser-Busch InBev (AB InBev). Tegen eind 2025 wil AB InBev zorgen dat alcoholvrije en alcoholarme bieren minstens 20% uitmaken van het wereldwijde biervolume (Anheuser-Busch Inbev, 2019).

In 2016 lanceerde AB InBev het allereerste alcoholvrije witbier Hoegaarden 0,0%, daarna volgde in 2016 Jupiler 0,0%, waarna in 2019 het allereerste alcoholvrije abdijbier Leffe Blond 0,0% werd gelanceerd. AB InBev speelt hiermee in op de groei van alcoholvrije bieren in de voorbije jaren (Anheuser-Busch InBev, 2018a). De brouwer zag in 2017 het marktaandeel van alcoholvrije bieren in België stijgen met 10 procentpunten naar 83,5% (Belga, 2017). Dit is een gemiddelde procentuele stijging van 13%.

In de verdere analyse van dit vraagscenario zal deze stijging van 13% leiden tot de vraaggegevens in Tabel 13.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Y1	19.199	32.638	48.637	44.157	26.878	34.558	35.198	47.357	52.477	31.998
Y2	47.997	81.595	121.588	110.393	67.195	86.394	87.994	118.390	131.193	79.995
Y3	28.798	48.957	72.955	66.236	40.317	51.836	52.797	71.035	78.715	47.997

Tabel 13: Vraaggegevens aantal klanten in de markt

9.2.4 Inkomen

De bierconsumptie daalt gemiddeld 1,4% per jaar in België. Zo dronken Belgen in 2017 7,57 miljoen hectoliter bier, dit was 122.025 hectoliter minder dan in 2016. In 1996 dronken Belgen nog 10,3 miljoen hectoliter bier. De vergrijzing in België kan een verklaring zijn voor de dalende bierconsumptie. De piek van bierconsumptie ligt in de leeftijdscategorie tussen 18 en 34 jaar. Ook het rookverbod in cafés en restaurants en strengere alcoholcontroles kunnen aan de basis liggen van de daling in bierconsumptie (Riepl, 2018).

In tabel 14 wordt de inkomenselasticiteit van bier uit zeven Europese landen weergegeven (Fogarty, 2010). De gemiddelde inkomenselasticiteit van deze gegevens is 0,54.

Denemarken	Finland	Frankrijk	Ierland	Noorwegen	Zweden	UK
0,61	0,50	0,66	0,69	0,37	0,38	0,55

Tabel 14: Inkomenselasticiteit voor alcohol (Fogarty, 2010)

In België zitten ruim 1 miljoen mensen in tijdelijke werkloosheid door de economische impact van het coronavirus. Zij ontvangen een werkloosheidsuitkering van De Rijksdienst voor Arbeidsvoorziening (deze masterproef laat andere supplementen van de overheid buiten beschouwing), die in principe 70% van het brutoloon bedraagt. Toch zullen de meeste mensen die een uitkering krijgen, moeten terugvallen op minder dan 70% van het netto-inkomen. Een simulatie door Acerta werd gemaakt waarin twee situaties met drie verschillende looncategorieën werden getest. In de eerste simulatie werd het loon onderzocht van een gehuwde partner met twee kinderen ten laste en een partner met een eigen inkomen. Daarnaast werd de situatie van een alleenstaande persoon zonder kinderen geanalyseerd. De drie looncategorieën houden rekening met een lager loon, een gemiddeld loon en een hoger loon. In Tabellen 15 en 16 worden de twee scenario's verduidelijkt (Bollen, 2020).

In de praktijkstudie wordt het effect van een daling in het inkomen onderzocht op basis van het procentueel verschil tussen het normale nettoloon en de uitkering door werkloosheid. Dit verschil wordt weergegeven in de meest rechtse kolom van tabellen 15 en 16. Het gemiddelde procentuele verschil over de 6 simulaties komt neer op -40%.

Brutoloon	Nettoloon	Bruto werkloosheid	Netto werkloosheid	Δ% Nettoloon
2.000 EUR	1.727 EUR	1.546 EUR	1.133 EUR	-34%
3.600 EUR	2.333 EUR	2.075 EUR	1.520 EUR	-35%
6.000 EUR	3.325 EUR	2.075 EUR	1.520 EUR	-54%

Tabel 15: Gehuwde persoon met twee kinderen ten laste + partner met eigen inkomen (Bollen, 2020)

Brutoloon	Nettoloon	Bruto werkloosheid	Netto werkloosheid	Δ% Nettoloon
2.000 EUR	1.652 EUR	1.546 EUR	1.133 EUR	-31%
3.600 EUR	2.253 EUR	2.075 EUR	1.520 EUR	-33%
6.000 EUR	3.235 EUR	2.075 EUR	1.520 EUR	-53%

Tabel 16: Alleenstaande persoon zonder kinderen (Bollen, 2020)

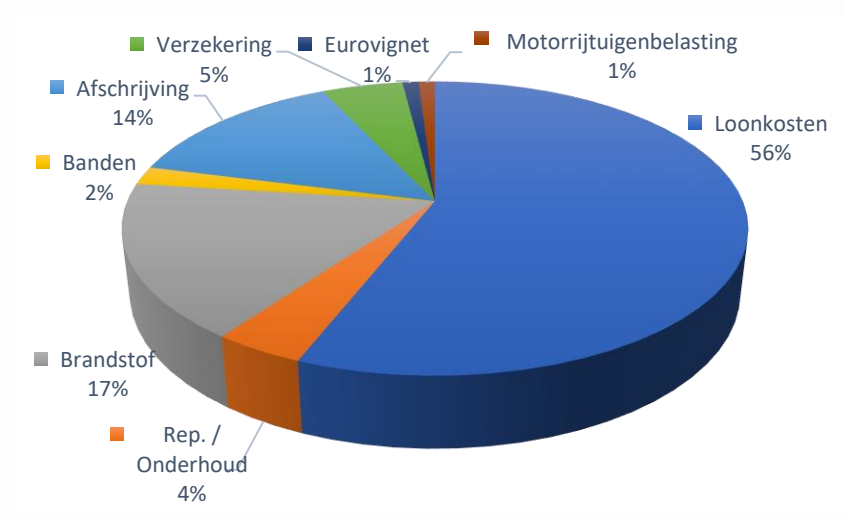
In de analyse van dit vraagscenario zal de klantenvraag worden aangepast, rekening houdend met een inkomenselasticiteit van 0,54 en een gemiddeld procentueel verschil in het nettoloon van -40%. Dit resulteert in een daling van de klantenvraag met 21,60%. De nieuwe vraaggegevens voor dit scenario worden weergegeven in Tabel 17 .

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Y1	13.320	22.644	33.745	30.636	18.648	23.976	24.421	32.857	36.409	22.201
Y2	33.300	56.611	84.358	76.591	46.621	59.941	61.051	82.140	91.022	55.501
Y3	19.980	33.967	50.617	45.955	27.972	35.964	36.631	49.285	54.613	33.300

Tabel 17: Vraaggegevens daling inkomen

9.3 Transportkosten

Naast de sensitiviteit van de samenwerkingsresultaten ten aanzien van de klantvraag, zal ook de impact van wijzigende transportkosten worden onderzocht. In de verdere analyses zullen de primaire en secundaire transportkosten samen worden geanalyseerd. Een verandering van de kosten zal dus steeds in beide kostencategorieën gebeuren. De kosten voor transport kunnen worden opgedeeld in verschillende componenten met differentiërende gewichten. De gemiddelde kostenverdeling uit 2016 wordt weergegeven in Figuur 5 (De Wilde & Hoozemans, 2016). In opgestelde scenario's zal rekening gehouden worden met deze verdeling.

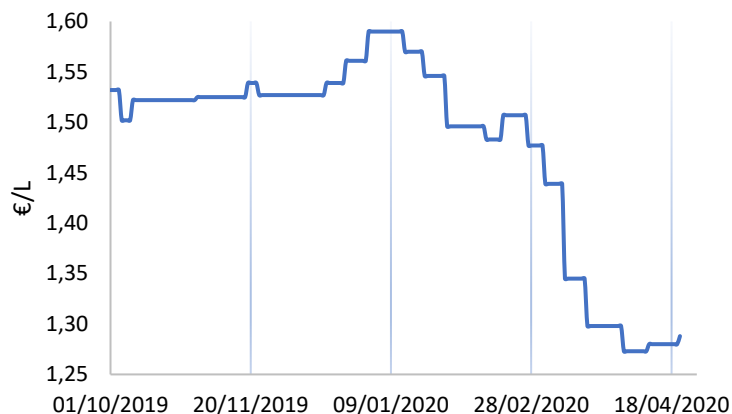


Figuur 5: Componenten transportkosten (De Wilde & Hoozemans, 2016)

9.3.1 Brandstofkosten

In 2018 was de brandstof van 97% van de geproduceerde vrachtwagens in Europa diesel (McGee, 2018). De kostprijs van diesel is midden maart 2020 gekelderd naar maximaal € 1,345 voor een liter. Sinds oktober 2017 was deze niet meer zo laag geweest. Deze daling is grotendeels te verklaren door een dalende olieprijs. Rusland en het oliekartel OPEC zijn het niet eens over een productieverlaging die samenhangt met het virus COVID-19 en dit heeft effect op de waarde van diesel (Verscheuren & Vansteeland, 2020).

In Figuur 6 wordt de dieselprijs van 1 oktober 2019 tot en met 21 april 2020 weergegeven. In de periode van 1 tot en met 13 januari 2020 stond de dieselprijs het hoogste met € 1,590/L. Midden maart 2020 is de prijs van een liter diesel gezakt naar € 1,345/L. Daarna is de dieselprijs verder gezakt tot het laagste punt van € 1,273/L in de periode van 1 tot en met 9 april 2020. Dit is een daling van 19,94%, wat zeer uitzonderlijk is (Belgische Petroleum Federatie, 2020). Om een betere inschatting te kunnen maken van minder uitzonderlijke situaties (COVID-19), zal in dit scenario met een gemiddelde daling van 10% in de brandstofprijs rekening gehouden worden.



Figuur 6: kostprijs diesel in de periode van 01/10/2019 tot en met 21/04/2020 (Belgische Petroleum Federatie, 2020)

De opdeling van De Wilde en Hoozemans (2016) stelt dat brandstof 17% van de totale transportkosten uitmaakt. In de analyse van deze stochastische parameter, zal aldus een daling van 10% plaatsvinden in 17% van de primaire en secundaire transportkosten. In Bijlage 2 worden de gedaalde transportkosten voor dit scenario weergegeven.

9.3.2 Lonen van vrachtwagenbestuurders

In Nederland werd onderhandeld over een loonsverhoging in een nieuwe collectieve arbeidsovereenkomst (CAO) voor het beroepsgoederenvervoer. De Nederlandse bonden willen een loonsverhoging van 3% doorvoeren zodat het loon van vrachtwagenbestuurders gelijk loopt met andere sectoren. Daarnaast moet er ook een inflatiecorrectie van 2,6% gebeuren (Van Gurp, 2019a). Ook in België is vorig jaar een loonsverhoging goedgekeurd van 1,1% die wordt toegepast vanaf oktober 2019 (Van Gurp, 2019b). Op basis van deze gegevens zal dit scenario werken met een stijging van 2% van de lonen om een realistisch beeld te kunnen weergeven.

Loonkosten vertegenwoordigen 56% van de totale transportkosten (De Wilde & Hoozemans, 2016). De stijging van 2% zal dus doorgerekend worden in 56% van de totale (primaire en secundaire) transportkosten. De nieuwe transportkosten voor dit scenario zijn terug te vinden in Bijlage 3.

9.3.3 Regulering van de overheid

Vanaf 1 april 2016 geldt in België een kilometerheffing voor vrachtwagens, ingevoerd door de overheid (Schoups, 2018). Deze is ingevoerd ter vervanging van het Eurovignet om in eerste instantie de zwaarste weggebruikers te laten betalen voor de schade aan Belgische weginfrastructuur. Daarnaast beoogt deze heffing ook een impact op externe effecten, zoals milieuvervuiling en congestie (Blauwens, Meersman, Sys, Van de Voorde, & Vanelslender, 2011).

De invoering van een kilometerheffing leidt tot een verhoging van de totale transportkosten. Hoe groot deze stijging is, hangt af van meerdere factoren zoals de afgelegde afstand, het type vrachtwagen, het tijdstip van de dag en de beladingsgraad (Blauwens et al., 2011).

Blauwens et al. (2011) stellen verschillende scenario's op om het effect van een kilometerheffing te onderzoeken. De scenario's zijn opgesteld op basis van vier criteria, namelijk de plaats van vestiging van het vervoerbedrijf (België of buitenland), het type vervoer (nationaal of internationaal), de lengte

van de rit en het tijdstip van de dag. Uit de opgestelde scenario's werden enkele belangrijke conclusies getrokken. Ten eerste verschilt het effect van de kilometerheffing naargelang het nationaal dan wel internationaal vervoer betreft. Indien lange internationale trajecten worden afgelegd, zal het effect van de kilometerheffing beperkter zijn op de totale kosten. Naargelang de afstand die wordt afgelegd, kunnen verschillen optreden in de stijgingspercentages. Een traject Antwerpen – Lyon heeft een stijging van 1,82%, terwijl het traject Antwerpen – Rijsel een kostenstijging heeft van 13,04% (Blauwens et al., 2011). In de periode april 2016 tot april 2017 bracht de kilometerheffing 660 miljoen euro op voor de drie gewesten in België. Daarnaast was ook een stijging op te merken in de aankoop en het gebruik van groene vrachtwagens (Schoups, 2018).

In de verdeling van De Wilde en Hoozemans (2016) telt het Eurovignet mee voor 1% van de totale transportkosten. Op basis van de gemiddelde resultaten van Blauwens et al. (2011) wordt in dit scenario rekening gehouden met een gemiddelde stijging van 7% op 1% van de totale (primaire en secundaire) transportkosten. De nieuwe transportkosten voor dit scenario zijn terug te vinden in Bijlage 4.

9.3.4 Verhoogde beveiliging van transportnetwerken

Sinds de terroristische aanslagen van 9 september 2001 in New York, is de aandacht voor een verbeterde veiligheid van transportnetwerken gestegen. Indien een partner in een transportnetwerk zijn activiteiten niet meer kan uitvoeren, zal dit een aanzienlijke invloed hebben op de werking van een bedrijf of de economie. Transportnetwerken zijn dan ook een ideaal doelwit indien terroristen een statement willen maken of angst willen creëren. Zo zijn havenfaciliteiten bijvoorbeeld een doelwit omdat deze meestal overheidseigendom zijn (Prentice, 2008).

Prentice (2008) onderscheidt verschillende beveiligingsopties. Ten eerste kan door een verbeterde inspectie van vracht een verhoogde beveiliging worden gegarandeerd. De vracht kan door röntgendetectiesystemen worden geleid om onregelmatigheden op te sporen. Ten tweede dient de kennisgeving verbeterd te worden. *US Customs and Border Protection* vereist informatie van trailers en containers voor de aankomst in de havens. De invoering van zeecontainers moet minstens 24 uur voor het binnenkomen van de haven aangegeven worden. Vrachtwagens zijn verplicht om minimaal 1 uur voor aankomst informatie door te geven. Daarnaast kunnen beter opgeleide medewerkers de veiligheid verhogen in de havens van binnenkomst (Prentice, 2008).

Een verhoogde beveiliging gaat ook gepaard met kosten. De kosten van de luchtvaartbeveiliging van de *US Transportation Security Administration* zijn van 1 miljard dollar in 2001 gestegen naar 5,7 miljard dollar in 2003. In Australië werden voor 273 miljoen dollar aan luchtvaartbeveiligingsmaatregelen genomen in 2002 en 2003. Het effect van de Amerikaanse grensbeveiligingsmaatregelen op de Canadese vrachtwagenindustrie worden geschat tussen 179 en 406 miljoen Canadese dollar (Prentice, 2008).

De stijgende kosten voor transportbedrijven hebben verschillende oorzaken. Ten eerste kunnen extra kosten optreden door aanpassingen aan het communicatiesysteem. Bestaande communicatiesystemen worden verbonden aan elkaar waardoor deze systemen moeten worden geüpdatet of aangepast zodat ze samen zorgen voor een goede werking. De dagelijkse communicatiekosten zullen ook oplopen doordat een frequente en meer gedetailleerde communicatie

wordt verwacht. Ten tweede moeten eventueel kosten gemaakt worden om de achtergrond van chauffeurs te controleren. Indien medewerkers van een transportbedrijf buiten de haven toegang willen tot het havenbedrijf, zullen controles plaatsvinden om de achtergrond van deze medewerkers te achterhalen. Een kostelijk badge-identificatiesysteem kan hierbij een vereiste vormen. Tot slot zijn vertragingen in haventerminals mogelijk. Vrachtwagens en hun lading kunnen onderworpen worden aan inspecties en screenings vooraleer ze bijvoorbeeld een containerterminal mogen binnenrijden (Erera, Kwek, Goswami, White, & Zhang, 2003).

Verskillende factoren bepalen de stijging van de kosten voor een transportbedrijf. Op basis van de wetenschappelijke literatuur, zal dit scenario rekening houden met een gemiddelde stijging van 5% op een totaal van 23%, bestaande uit de kosten van de verzekering, het onderhoud en de afschrijving. In Bijlage 5 zijn de nieuwe transportkosten van dit scenario terug te vinden.

10 Analyse scenario's

Het wiskundig model uit sectie 8 met doelfunctie en beperkingen (8.1) tot (8.6) werd geprogrammeerd in LINGO waardoor de analyses van de verschillende scenario's kunnen worden uitgevoerd. De uitkomst bestaat telkens uit 6 factoren, namelijk de totale kosten, de vaste kosten, de primaire transportkosten, de secundaire transportkosten, een weergave van de geopende distributiecentra in de samenwerking en het besparingsniveau van de horizontale logistieke samenwerking. De uitkomst van elk scenario wordt steeds vergeleken met het resultaat van het basisscenario om zo het effect te analyseren van een stochastische parameter op het besparingsniveau van een horizontale logistieke samenwerking. Het besparingsniveau van de samenwerking kan worden berekend door de totale kosten van de horizontale samenwerking af te trekken van de som indien alle samenwerkingspartners individueel zouden werken en dit resultaat te delen door de som van de stand-alone kosten.

10.1 Basisscenario

In het basisscenario zijn de totale kosten van een horizontale logistieke samenwerking gelijk aan € 7.641.607. Dit totaal omvat de vaste kosten voor het openen van distributiecentra voor € 2.441.200. In het basisscenario zijn negen van de tien mogelijke distributiecentra geopend. Daarnaast zijn de kosten voor het primaire en secundaire transport in de horizontale samenwerking respectievelijk € 2.914.450 en € 2.285.957. Om het besparingsniveau van de samenwerking te bepalen, moeten de totale kosten van de horizontale logistieke samenwerking en de som indien alle partners individueel werken in rekening gebracht worden. De totale kosten van de samenwerking en de stand-alone kosten bedragen respectievelijk € 7.641.607 en € 8.068.454. Dit resulteert in een besparingsniveau van 5,29% voor het basisscenario. De resultaten van het basisscenario zijn weergegeven in Tabellen 18 en 19.

Totale kosten	€ 7.641.607
Vaste kosten	€ 2.441.200
Primaire kosten	€ 2.914.450
Secundaire kosten	€ 2.285.957

Tabel 18: Kostenstructuur basisscenario

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1

Tabel 19: Geopende distributiecentra basisscenario

10.2 Klantenvraag

10.2.1 Seizoenen

In het eerste scenario wordt de invloed van een laagseizoen in de vraag van bier onderzocht. Hier wordt de assumptie gemaakt dat het basisscenario het hoogseizoen betreft. In het laagseizoen daalt de klantenvraag met 42%, wat zorgt voor een daling van de totale kosten van een horizontale samenwerking naar € 4.517.225 of een daling met 40,89%. Ook de vaste kosten voor het openen van distributiecentra dalen naar € 1.412.700 of met 42,13%. Deze daling is te linken aan slechts vijf geopende distributiecentra ten opzichte van negen in het basisscenario. Daarnaast dalen de primaire

en secundaire transportkosten van de samenwerking naar respectievelijk € 1.503.427 en € 1.601.098 of ze dalen respectievelijk met 48,41% en 29,96%. Indien alle samenwerkingspartners individueel zouden werken, zouden de totale kosten van dit scenario € 4.846.360 bedragen. Het besparingsniveau van de horizontale samenwerking is dus gelijk aan 6,79%. Tegen de verwachting in, zorgt een daling in de klantenvraag voor een hoger besparingsniveau in dit scenario omdat de kosten zeer sterk gedaald zijn. De resultaten zijn weergegeven in Tabellen 20 en 21.

		Δ%
Totale kosten	€ 4.517.225	- 40,89%
Vaste kosten	€ 1.412.700	- 42,13%
Primaire kosten	€ 1.503.427	- 48,41%
Secundaire kosten	€ 1.601.098	- 29,96%

Tabel 20: Kostenstructuur seizoenen scenario

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1	0	1	1	1	0	0	1	0	0

Tabel 21: Geopende distributiecentra seizoenen scenario

10.2.2 Marketing

In het tweede scenario wordt de invloed van marketing in de biersector onderzocht. De strikte regels rond marketingcampagnes in België reflecteren zich in de reclame-elasticiteit van amper 0,02 (Gallet, 2007; VAD, 2019). Een stijging in de reclame uitgaven, resulteerde in een stijging van de vraag met 0,16%. De totale kosten van de horizontale samenwerking zijn hierdoor gestegen naar € 7.650.448 of met 0,12%. De vaste kosten voor het openen van distributiecentra blijven constant omdat dezelfde negen distributiecentra geopend zijn. Een verschil is wel op te merken bij de primaire en secundaire transportkosten. Bij de primaire transportkosten is een daling van 0,04% opgetreden, terwijl de secundaire kosten zijn gestegen met 0,44%. In totaal zijn de transportkosten dus gestegen met 0,40%. Het besparingsniveau van de horizontale samenwerking is met 0,02 procentpunten gestegen naar 5,31% in dit scenario. De stand-alone kosten van de individuele vervoerders bedragen samen € 8.079.131. Ondanks een kleine stijging in de totale kosten omwille van een kleine stijging in de vraag, treedt een hogere besparing op voor de samenwerkingspartners. Een mogelijke verklaring voor deze stijging in het besparingsniveau is dat een kleine stijging in de vraag zorgt voor een optimalere verdeling van de producten over de transportmodi en de capaciteit van de distributiecentra. De resultaten zijn weergegeven in Tabellen 22 en 23.

		Δ%
Totale kosten	€ 7.650.448	0,12%
Vaste kosten	€ 2.441.200	0,00%
Primaire kosten	€ 2.913.205	- 0,04%
Secundaire kosten	€ 2.296.042	0,44%

Tabel 22: Kostenstructuur marketing scenario

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1

Tabel 23: Geopende distributiecentra marketing scenario

10.2.3 Aantal klanten in de markt

In het derde scenario van de klantenvraag is de invloed van een stijging in het aantal klanten in de biermarkt besproken. Alcoholvrije en alcoholarme bieren winnen aan populariteit waardoor een stijging van 13% in de vraag mogelijk is. Dit resulteert in een stijging van de totale kosten van de horizontale samenwerking naar € 8.583.209 of met 12,32%. De vaste kosten zijn met 11,14% gestegen naar € 2.713.200. Dit is te verklaren doordat alle tien distributiecentra geopend zijn. Daarnaast vindt ook een stijging van de primaire transportkosten plaats naar € 3.347.418 of een stijging met 14,86%. Tot slot zijn ook de secundaire transportkosten gestegen met 10,35% of naar € 2.522.592. In dit scenario is een opvallend resultaat op te merken in het besparingsniveau van de horizontale logistieke samenwerking. De stand-alone kosten van de vervoerders bedragen samen € 8.914.256, in combinatie met de totale kosten van de samenwerking, geeft dit een besparingsniveau van slechts 3,71% voor de samenwerking. Door een grote stijging in de vraag in dit scenario, zijn de kosten ook gestegen maar is het besparingsniveau gedaald. Dit is mogelijk te verklaren doordat individuele vervoerders de eigen middelen optimaler kunnen benutten waardoor samenwerken met andere vervoerders minder aantrekkelijker wordt. De resultaten zijn weergegeven in Tabellen 24 en 25.

		$\Delta\%$
Totale kosten	€ 8.583.209	12,32%
Vaste kosten	€ 2.713.200	11,14%
Primaire kosten	€ 3.347.418	14,86%
Secundaire kosten	€ 2.522.592	10,35%

Tabel 24: Kostenstructuur aantal klanten in de markt scenario

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel 25: Geopende distributiecentra aantal klanten in de markt scenario

10.2.4 Inkomen

In het laatste scenario van de klantenvraag wordt de verandering in inkomen gesimuleerd op de vraag naar bier. De gemiddelde inkomenselasticiteit van bier is 0,54. Door de economische impact van het coronavirus, is het nettoloon gemiddeld gedaald met 40%. Dit resulteert in een daling van 21,60% in de vraag naar bier. De daling in de vraag zorgt voor een daling van de totale kosten met 21,22% of de totale kosten dalen naar € 6.019.764. Ook is een effect op te merken bij de vaste kosten. Deze zijn gedaald met 24,51% of naar € 1.842.800 doordat bijkomend distributiecentra 2 en 10 gesloten zijn ten opzichte van het basisscenario. In de primaire en secundaire transportkosten vindt ook een daling plaats van respectievelijk 21,42% en 17,47%, of de primaire en secundaire transportkosten zijn gedaald naar respectievelijk € 2.290.252 en € 1.886.713. Een daling van het inkomen gevolgd door een daling van de vraag, zorgt dus voor een daling van de totale kosten van de samenwerking. Het besparingsniveau in dit scenario bedraagt 5,95%, rekening houdend met de stand-alone kosten van de vervoerders die samen € 6.400.856 bedragen. Een daling in de vraag van

40% leidt dus tot een stijging van het besparingsniveau. Dit kan te verklaren zijn doordat de individuele capaciteiten van de vervoerders te klein zijn geworden om individueel rendabel te kunnen zijn. Toetreden tot een samenwerking zorgt voor een betere benutting van de bestaande capaciteiten, wat een grote invloed kan hebben op het besparingsniveau. De resultaten zijn weergegeven in Tabellen 26 en 27.

		$\Delta\%$
Totale kosten	€ 6.019.764	- 21,22%
Vaste kosten	€ 1.842.800	- 24,51%
Primaire kosten	€ 2.290.252	- 21,42%
Secundaire kosten	€ 1.886.713	- 17,47%

Tabel 26: Kostenstructuur inkomen scenario

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1	0	1	1	1	1	1	1	0	0

Tabel 27: Geopende distributiecentra inkomen scenario

10.3 Transportkosten

10.3.1 Brandstofkosten

In het eerste scenario van de transportkosten vindt een negatieve verandering van 10% in de brandstofkosten plaats. Deze brandstofkosten maken 17% van de totale transportkosten uit. De totale kosten van een horizontale samenwerking dalen hierdoor naar € 7.553.200, een daling van 1,16%. De vaste kosten blijven gelijk omdat hetzelfde aantal distributiecentra geopend blijft. In de primaire en secundaire transportkosten van de samenwerking is wel een opmerkelijk verschil op te merken. De primaire transportkosten dalen naar € 2.743.791 of met 5,86%, terwijl de secundaire transportkosten stijgen naar € 2.368.209 of met 3,60%. In totaal zijn de transportkosten wel gedaald met 2,26%. Het besparingsniveau van de samenwerking ondervindt een lichte stijging naar 5,32%, rekening houdend met de stand-alone kosten van de individuele vervoerders die samen € 7.977.415 bedragen. Zoals verwacht zorgt een daling van de brandstofkosten voor een lichte stijging in het besparingsniveau. De totale kosten van de samenwerking dalen, terwijl de vraag constant blijft, waardoor het voordeliger is voor de vervoerders om horizontaal samen te werken. De resultaten zijn weergegeven in Tabellen 28 en 29.

		$\Delta\%$
Totale kosten	€ 7.553.200	- 1,16%
Vaste kosten	€ 2.441.200	0,00%
Primaire kosten	€ 2.743.791	- 5,86%
Secundaire kosten	€ 2.368.209	3,60%

Tabel 28: Kostenstructuur brandstofkosten scenario

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1

Tabel 29: Geopende distributiecentra brandstofkosten scenario

10.3.2 Lonen van vrachtwagenbestuurders

Loonkosten vertegenwoordigen 56% van de totale transportkosten voor een bedrijf. Indien de lonen van vrachtwagenbestuurders stijgen met 2%, heeft dit een effect van 0,76% op de totale kosten van de horizontale logistieke samenwerking, wat leidt tot een totale kost van € 7.699.852. Het aantal geopende distributiecentra blijft gelijk, waardoor de vaste kosten constant blijven. De primaire en secundaire kosten stijgen beiden met 1,12%. De primaire kosten stijgen naar € 2.947.082. De secundaire kosten stijgen naar € 2.311.560. Een stijging in de loonkosten heeft een negatieve invloed op het besparingsniveau. Rekening houdend met een stijging van de stand-alone kosten van individuele vervoerders naar € 8.128.434, is het besparingsniveau licht gedaald naar 5,27%. De resultaten zijn weergegeven in Tabellen 30 en 31.

		Δ%
Totale kosten	€ 7.699.852	0,76%
Vaste kosten	€ 2.441.200	0,00%
Primaire kosten	€ 2.947.092	1,12%
Secundaire kosten	€ 2.311.560	1,12%

Tabel 30: Kostenstructuur lonen van vrachtwagenbestuurders scenario

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1

Tabel 31: Geopende distributiecentra lonen van vrachtwagenbestuurders scenario

10.3.3 Regulering van de overheid

Het derde scenario bij de parameter transportkosten vertaalt de invloed van de regulering van de overheid. In het scenario wordt rekening gehouden met een stijging van 7% op 1% van de totale transportkosten. De totale kosten van de horizontale samenwerking stijgen hierdoor met 0,05% naar € 7.645.247. De vaste kosten blijven gelijk aangezien negen distributiecentra geopend zijn. De primaire en secundaire transportkosten stijgen met 0,07% naar respectievelijk € 2.916.490 en € 2.287.558. Het besparingsniveau van 5,29% is niet veranderd in dit scenario, ongeacht de kleine stijging in de transportkosten. De stand-alone kosten voor de individuele vervoerders bedragen samen € 8.072.204. Het minimale effect op de totale kosten van de samenwerking, kan een verklaring zijn voor deze stabiele situatie. De resultaten van dit scenario zijn terug te vinden in Tabellen 32 en 33.

		Δ%
Totale kosten	€ 7.645.247	0,05%
Vaste kosten	€ 2.441.200	0,00%
Primaire kosten	€ 2.916.490	0,07%
Secundaire kosten	€ 2.287.558	0,07%

Tabel 32: Kostenstructuur regulering van de overheid scenario

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1

Tabel 33: Geopende distributiecentra regulering van de overheid scenario

10.3.4 Verhoogde beveiliging van transportnetwerken

Door een verhoogde beveiliging van transportnetwerken is een stijging van 5% op 23% van de totale transportkosten doorgevoerd. In de horizontale logistieke samenwerking heeft dit een effect op de totale kosten van 0,78% of de totale kosten stijgen naar € 7.701.412. Het aantal geopende distributiecentra blijft gelijk, zo blijven ook de vaste kosten constant. De primaire en secundaire transportkosten zullen in de samenwerking stijgen met 1,15% of naar respectievelijk € 2.947.966 en € 2.312.246. In dit laatste scenario zorgt een stijging van de transportkosten voor een daling in het besparingsniveau van de samenwerking naar 5,27%, rekening houdend met de stand-alone kosten van de individuele vervoerders die samen € 8.130.040 bedragen. Net zoals bij het stijgende loon scenario zorgt een stijging van de transportkosten ook hier voor een daling in het besparingsniveau. De resultaten van dit scenario zijn terug te vinden in Tabellen 34 en 35.

		Δ%
Totale kosten	€ 7.701.412	0,78%
Vaste kosten	€ 2.441.200	0,00%
Primaire kosten	€ 2.947.966	1,15%
Secundaire kosten	€ 2.312.246	1,15%

Tabel 34: Kostenstructuur verhoogde beveiliging van transportnetwerken scenario

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1

Tabel 35: Geopende distributiecentra verhoogde beveiliging van transportnetwerken scenario

10.4 Conclusie analyse scenario's

In Tabel 36 worden de procentuele kostenwijzigingen en de besparingsniveaus weergegeven voor de geanalyseerde scenario's.

Bij een verandering in de stochastische parameter klantenvraag, is een gelijkaardige verandering in de totale kosten op te merken. Voor de geanalyseerde scenario's geldt dus dat samenwerkende partners bij een procentuele verandering in de vraag, dezelfde verandering kunnen verwachten in het kostenniveau van de horizontale samenwerking. De vaste kosten voor de geopende distributiecentra variëren in de geanalyseerde scenario's gelijk met de verandering in klantenvraag. De veranderingen in primaire transportkosten volgen deze trend ook maar grotere schommelingen zijn wel op te merken. Enkel in het scenario van een stijging in klantenvraag bij marketing, is een lichte daling van de primaire transportkosten op te merken. De secundaire transportkosten ondervinden een kleinere invloed van de verandering in klantenvraag. Een andere trend om op te merken situeert zich in het besparingsniveau van de geanalyseerde scenario's. In deze praktijkstudie werd tweemaal een stijging en tweemaal een daling van de klantenvraag onderzocht. Het besparingsniveau van de scenario's met een daling van de klantenvraag, is tweemaal gestegen. Bij de scenario's waar een stijging van de klantenvraag plaatsvindt, is zowel een stijging als een daling op te merken in het besparingsniveau. Voor de geanalyseerde scenario's geldt dat bij een daling in de klantenvraag, het interessanter is voor vervoerders om horizontaal samen te werken. Dit kan te verklaren zijn doordat de vaste kosten van de distributiecentra voor individuele vervoerders hetzelfde blijven terwijl de benutting van deze distributiecentra niet optimaal is. Door een horizontale samenwerking, kunnen transportmodi en distributiecentra beter benut worden. Bij een kleine stijging

in de vraag kan een optimalisatie van de middelen leiden tot een hoger besparingsniveau, maar wanneer een grote stijging van de vraag plaatsvindt, heeft dit een negatief effect op het besparingsniveau doordat de samenwerkingspartners individueel meer voordeel kunnen halen uit uitgevoerde operaties.

Indien de parameter transportkosten van stochastische aard is, is een ander kostenresultaat op te merken. Het kostenniveau van de samenwerking ondervindt kleine schommelingen. Indien de brandstofkosten dalen, zullen de totale kosten van de horizontale samenwerking ook dalen. Een kostendaling in de transportkosten is niet gebruikelijk maar het heeft wel een positieve invloed. In de drie andere scenario's leiden de stijgingen in transportkosten tot relatief kleine stijgingen in de totale kosten. De vaste kosten voor het openen van distributiecentra blijft constant doorheen de verschillende scenario's omdat een wijziging van de transportkosten hier geen invloed op heeft. De primaire en secundaire transportkosten variëren gelijk in de scenario's waar een stijging plaatsvindt op de transportkosten. In het scenario waar de brandstofkosten dalen, dalen de primaire transportkosten terwijl de secundaire transportkosten toenemen. Het besparingsniveau van de horizontale samenwerking ondervindt in de vier geanalyseerde scenario's zeer kleine schommelingen. Een daling in de transportkosten zorgt voor een lichte stijging van het besparingsniveau in het scenario van de brandstofkosten. In de scenario's waarin een stijging van de transportkosten doorgevoerd werd, blijft het besparingsniveau constant ofwel is een kleine daling op te merken.

Concluderend kan dus gesteld worden dat de stochastische parameter klantenvraag meer effect heeft op het kostenniveau van een horizontale logistieke samenwerking, dan de stochastische parameter transportkosten voor de geanalyseerde scenario's van deze praktijkstudie. Voor het besparingsniveau kan een zelfde trend worden vastgesteld. De stochastische parameter klantenvraag zorgt voor grotere schommelingen in het besparingsniveau van een horizontale logistieke samenwerking dan de stochastische parameter transportkosten in de bestudeerde scenario's. Bij wijzigende transportkosten hebben individuele vervoerders dus meer zekerheid dat een horizontale logistieke samenwerking bijna hetzelfde niveau van besparingen zal opleveren. Indien de klantenvraag sterk varieert, kunnen we concluderen uit de geanalyseerde scenario's dat schommelingen in het besparingsniveau van de horizontale samenwerking zeer waarschijnlijk zijn. Deze schommelingen kunnen mogelijk een invloed hebben op individuele vervoerders om een keuze te maken om al dan niet samen te werken.

		$\Delta\%$ t.o.v. het basisscenario	Resultaat op totale kosten ($\Delta\%$ t.o.v. het basisscenario)	Besparingsniveau van de horizontale logistieke samenwerking
Basisscenario				5,29%
Klantenvraag	Seizoenen	- 42%	- 40,89%	6,79%
	Marketing	0,16%	0,12%	5,31%
	Aantal klanten in de markt	13%	12,74%	3,71%
	Inkomen	- 21,60%	- 21,22%	5,95%
Transportkosten	Brandstofkosten	- 10% op 17%	- 1,16%	5,32%
	Lonen van vrachtwagenbestuurders	2% op 56%	0,76%	5,27%
	Regulering van de overheid	7% op 1%	0,05%	5,29%
	Beveiliging van transportnetwerken	5% op 23%	0,78%	5,27%

Tabel 36: Effect van de klantenvraag en transportkosten scenario's op de totale kosten en het besparingsniveau van de bestudeerde case studies

11 Conclusie

In deze sectie wordt een antwoord geformuleerd op de **centrale onderzoeksvraag**, die als volgt luidde: 'Wat is het effect van verschillende stochastische factoren op de kostenvoordelen die in verband staan met horizontale logistieke samenwerking?'. De deelvragen zullen hierbij een leidraad vormen doorheen de conclusie.

In een **horizontale samenwerking** kunnen logistieke partners **kostenvoordelen** bekomen door drie verschillende operationele benaderingen: het delen van klantorders, het delen van voertuigcapaciteit en het delen van distributiecentra. De meest besproken techniek om orders te verdelen tussen partners is de gezamenlijke rittenplanning. Hierbij worden alle orders van deelnemende vervoerders in de samenwerking verzameld, waarna voor alle orders tegelijkertijd rittenschema's worden opgesteld. Dit kan leiden tot een daling van de kosten van maximaal 30% voor vervoerders. Deze besparing kan worden beïnvloed door verschillende factoren. Zo zal het kostenvoordeel dalen indien de gemiddelde ordergrootte stijgt of het marktaandeel van het leidend bedrijf in de samenwerking wordt uitgebreid. Het kostenvoordeel zal stijgen indien de mate van groepering van orders beter is of wanneer het aantal transportbedrijven in de samenwerking toeneemt tot op een bepaald niveau. Bij het delen van voertuigcapaciteit moeten kleine en middelgrote ondernemingen efficiënter omgaan met het beheer van de distributieactiviteiten. Een belangrijk onderdeel van deze operationele benadering is het terugdringen van lege backhauls, die in Europa 25% van de wegtransportactiviteiten vertegenwoordigen. Het delen van voertuigcapaciteit zorgt ook voor een vermindering van de milieueffecten of het kan de ecologische voetafdruk van ondernemingen verkleinen omdat het aantal ritten verminderd worden. De meest besproken optimalisatietechniek voor deze samenwerkingsvorm is de mathematische programmering.

De derde operationele benadering 'het delen van distributiecentra', ook het coöperatieve **facility location probleem (FLP)** genoemd, wordt in zowel in de literatuurstudie als de praktijkstudie van deze masterproef uitvoerig geanalyseerd. Samenwerkende bedrijven streven naar een minimalisatie van de totale logistieke kosten door optimaal te beslissen over twee factoren: het openen van distributiecentra en de toewijzing van productstromen aan deze distributiecentra. Hierbij zal de set van potentiële locaties van de distributiecentra variëren met de selectie van partners. De kostenverdeling vindt vervolgens plaats tussen de vervoerders in de samenwerking. Een gemiddeld besparingsniveau van 9% kan geassocieerd worden met het coöperatieve *facility location* probleem ten gevolge van een vermindering van de vaste en variabele kosten voor de horizontale samenwerking.

Het onderzoek van Verdonck et al. (2016) toont aan dat verschillende factoren een invloed kunnen hebben **op het besparingsniveau** van het coöperatieve *facility location* probleem. Een eerste factor is 'de vaste kosten van distributiecentra'. Besparingen kunnen optreden door alle bestaande distributiecentra open te houden maar een betere herverdeling te maken van de transportritten of door een aantal distributiecentra te sluiten en de transportritten opnieuw te optimaliseren. Door een gematigd positief effect van 0,53% op het resultaat van de samenwerking, is dit niet de grootste besparingsfactor voor horizontale samenwerkingen. Vervolgens zal een stijging in de bediende klantenzones van zes naar tien, gemiddeld een stijging in het besparingsniveau van 1,58% opleveren. Daarnaast zal, in tegenstelling tot het delen van orders, een stijging van het aantal

samenwerkingspartners een negatief effect hebben op de totale kostenbesparingen. Een samenwerking met twee partners zal gemiddeld 4,73% meer kosten besparen dan een samenwerking met drie partners. Tot slot heeft de mate van ongelijkheid het grootste positieve effect op de kostenbesparingen van een samenwerking. Gemiddeld zullen partners die verschillen op vlak van eigendom van distributiecentra en vraagverdeling, 5,92% meer besparen dan een partnerschap met gelijkaardige deelnemers.

In het praktijkgedeelte van deze masterproef wordt het **effect van stochastische factoren** onderzocht voor een specifieke horizontale logistieke samenwerking van drie vervoerders die distributiecentra delen. Het kosten- en besparingsniveau van acht discrete scenario's voor de klantenvraag en de transportkosten worden hiervoor geanalyseerd. In de scenario's van de klantenvraag wordt tweemaal een stijging en tweemaal een daling van de vraag onderzocht, terwijl in de scenario's van de transportkosten eenmaal een daling en driemaal een stijging wordt onderzocht. Deze resultaten worden steeds vergeleken met het resultaat van het basisscenario uit Verdonck (2017). Onderstaande conclusies hebben enkel betrekking op de acht scenario's uitgevoerd in deze specifieke praktijkstudie.

Het effect op de kosten van de geanalyseerde horizontale samenwerking, is bij de stochastische parameter klantenvraag gelijkaardig aan de verandering van de vraaggegevens. De samenwerkende partners in deze case studie kunnen bij een verandering in de vraag dus dezelfde verandering verwachten in het kostenniveau van de samenwerking. In het eerste scenario wordt het effect van een laagseizoen onderzocht, veronderstellend dat het basisscenario het hoogseizoen betreft. Een daling in de vraag van 42%, resulteert in een daling van de totale kosten van 40,89% ten opzichte van het basisscenario. Ook een daling in de vraag van 21,60% door een daling in het inkomen, resulteert in een daling van de totale kosten van de samenwerking van 21,22%. Een stijging van de vraag van 0,16% door een marketingcampagne, resulteert in een stijging van de totale kosten van 0,12%. Vergelijkbaar zorgt een stijging in de vraag van 13% door een stijging in het aantal klanten in de markt, voor een stijging van de totale kosten van 12,74%. Bij de stochastische parameter transportkosten is een andere trend op te merken in het effect op de totale kosten van de horizontale samenwerking. In de geanalyseerde scenario's zijn telkens kleine schommelingen op te merken in de totale kosten van de samenwerking. Een daling in de brandstofkosten leidt ook tot een daling van 1,16% van de totale kosten van de samenwerking. Een daling in de kosten is echter niet gebruikelijk in de praktijk. Indien een stijging van de transportkosten plaatsvindt door een stijging in de lonen van vrachtwagenbestuurders, regulering van de overheid of een verhoogde beveiliging van transportnetwerken, zal dit ook een stijging teweegbrengen in de kosten van de geanalyseerde scenario's van de horizontale logistieke samenwerking. Dit zijn relatief kleine stijgingen, variërend tussen 0,05% en 0,76%.

Het effect van de stochastische parameter klantenvraag op het besparingsniveau van een horizontale logistieke samenwerking toont een andere trend dan het effect op de kosten. In het basisscenario is het besparingsniveau 5,29% voor de horizontale logistieke samenwerking. Indien de klantenvraag daalt, stijgt het besparingsniveau van de samenwerking. Een daling van 42% in de vraag door een laagseizoen of een daling van 21,60% in de vraag door een daling in het inkomen, zorgt voor een stijging van het besparingsniveau naar respectievelijk 6,79% en 5,95%. Dit is te verklaren doordat

de gebruikte transportmodi en distributiecentra optimaler kunnen worden benut omdat verschillende vervoerders samen werken. Indien een stijging van de klantenvraag optreedt, is in de geanalyseerde scenario's zowel een lichte stijging als een daling op te merken in het besparingsniveau. Indien de klantenvraag stijgt met 0,16% ten gevolge van een marketingcampagne, stijgt het besparingsniveau van de samenwerking naar 5,31%, opnieuw door een betere benutting van de middelen. Indien een stijging van 13% in de vraag plaatsvindt door een stijging van het aantal klanten in de markt, daalt het besparingsniveau naar 3,71%. Indien vervoerders individueel zouden werken, kunnen ze individueel de middelen beter beheren waardoor samenwerken minder interessant wordt. Bij de analyse van de besparingen voor de stochastische parameter transportkosten is een andere trend op te merken. Een daling in de brandstofkosten heeft een positief effect op het besparingsniveau van de samenwerking. In de scenario's waarin een stijging van de transportkosten wordt doorgevoerd, is een constante of licht dalende trend op te merken in het besparingsniveau van de horizontale logistieke samenwerking

Uit de praktijkstudie kan worden geconcludeerd dat de stochastische parameter klantenvraag meer effect heeft dan de stochastische parameter transportkosten op zowel de totale kosten als het besparingsniveau van de geanalyseerde horizontale logistieke samenwerking. Indien de klantenvraag sterk schommelt, kunnen vervoerders meer onzekerheid ervaren wat het besparingsniveau van deze samenwerking betreft. Bij variërende transportkosten zijn de effecten op het besparingsniveau minimaal in de geanalyseerde scenario's.

Beperkingen van het onderzoek

Ondanks de academische en praktische meerwaarde van deze masterproef zijn er ook enkele beperkingen op te merken. In de literatuurstudie kan verder onderzoek worden gedaan naar de verschillende kosttoewijzingsmechanismen om de verdeling van de besparingen correct te kunnen toewijzen. In het praktijkgedeelte van deze masterproef werd bij de stochastische parameter klantenvraag verondersteld dat het enkel om de vraag naar bier ging. Voor andere producten kan de vraag andere schommelingen aannemen. Daarnaast werd het effect onderzocht van slechts vier discrete scenario's voor zowel de klantenvraag als de transportkosten. De praktijkstudie zou kunnen worden uitgebreid om een betere en accuratere trend te kunnen weergeven in het effect op het besparingsniveau. De dataset waarop het praktijkgedeelte steunt, is gebaseerd op gegevens uit het Verenigd Koninkrijk. Om een accurater beeld te krijgen van het besparingsniveau bij stochastische parameters in horizontale logistieke samenwerkingen, kunnen de cijfergegevens worden uitgebreid naar andere landen of Europa. Daarnaast zijn de gegevens van de maximale capaciteit van distributiecentra constant gehouden. In verder onderzoek kan deze capaciteit aangepast worden of een vervoerder kan nieuwe distributiecentra verwerven. Op deze manier wordt een meer compleet beeld gegeven van het besparingsniveau van horizontale logistieke samenwerkingen.

Bijlagen

Bijlage 1: Gemiddelde bierconsumptie in Italië

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Gemiddelde
Jan	4	4	5	5	5	5	5	5	6	5
Feb	5	5	5	5	5	5	6	6	5	5
Maa	8	8	7	8	7	7	8	6	7	7
Apr	8	8	8	8	7	9	8	8	8	8
Mei	10	10	10	10	11	10	11	11	10	10
Jun	15	13	13	14	13	12	12	13	12	13
Jul	13	14	15	14	13	13	14	14	13	14
Aug	11	11	12	11	12	12	10	11	11	11
Sep	7	9	8	8	8	7	8	8	8	8
Okt	6	7	6	7	7	7	7	7	6	7
Nov	6	5	5	6	6	6	6	5	6	6
Dec	7	7	6	6	6	6	6	6	7	6

Procentueel ten opzichte van het jaarlijks totaal (Marques-Vidal, 2008)

Bijlage 2: Brandstofkosten scenario

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
Y1	489,53	0	183,82	263,44	293,92	355,85	453,16	489,53	520,99	453,16
Y2	171,04	489,53	330,29	245,75	159,25	134,67	121,89	0	98,30	134,67
Y3	0	489,53	367,64	245,75	183,82	121,89	306,70	171,04	159,25	49,15

Primaire transportkosten

Y1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	37,35	527,87	405,00	283,10	222,16	160,23	344,05	209,38	196,60	86,50
D2	527,87	37,35	222,16	300,80	332,25	393,20	491,50	527,87	558,34	491,50
D3	405,00	222,16	37,35	209,38	222,16	283,10	332,25	368,63	454,15	405,00
D4	283,10	300,80	209,38	37,35	123,86	147,45	258,53	283,10	319,48	245,75
D5	222,16	332,25	222,16	123,86	37,35	99,28	196,60	196,60	245,75	209,38
D6	160,23	393,20	283,10	147,45	99,28	37,35	222,16	173,01	209,38	147,45
D7	344,05	491,50	332,25	258,53	196,60	222,16	37,35	160,23	283,10	319,48
D8	209,38	527,87	368,63	283,10	196,60	173,01	160,23	37,35	135,65	173,01
D9	196,60	558,34	454,15	319,48	245,75	209,38	283,10	135,65	37,35	160,23
D10	86,50	491,50	405,00	245,75	209,38	147,45	319,48	173,01	160,23	37,35

Y2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	37,35	527,87	405,00	283,10	222,16	160,23	344,05	209,38	196,60	86,50
D2	527,87	37,35	222,16	300,80	332,25	393,20	491,50	527,87	558,34	491,50
D3	405,00	222,16	37,35	209,38	222,16	283,10	332,25	368,63	454,15	405,00
D4	283,10	300,80	209,38	37,35	123,86	147,45	258,53	283,10	319,48	245,75
D5	222,16	332,25	222,16	123,86	37,35	99,28	196,60	196,60	245,75	209,38
D6	160,23	393,20	283,10	147,45	99,28	37,35	222,16	173,01	209,38	147,45
D7	344,05	491,50	332,25	258,53	196,60	222,16	37,35	160,23	283,10	319,48
D8	209,38	527,87	368,63	283,10	196,60	173,01	160,23	37,35	135,65	173,01
D9	196,60	558,34	454,15	319,48	245,75	209,38	283,10	135,65	37,35	160,23
D10	86,50	491,50	405,00	245,75	209,38	147,45	319,48	173,01	160,23	37,35

Y3	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	37,35	527,87	405,00	283,10	222,16	160,23	344,05	209,38	196,60	86,50
D2	527,87	37,35	222,16	300,80	332,25	393,20	491,50	527,87	558,34	491,50
D3	405,00	222,16	37,35	209,38	222,16	283,10	332,25	368,63	454,15	405,00
D4	283,10	300,80	209,38	37,35	123,86	147,45	258,53	283,10	319,48	245,75
D5	222,16	332,25	222,16	123,86	37,35	99,28	196,60	196,60	245,75	209,38
D6	160,23	393,20	283,10	147,45	99,28	37,35	222,16	173,01	209,38	147,45
D7	344,05	491,50	332,25	258,53	196,60	222,16	37,35	160,23	283,10	319,48
D8	209,38	527,87	368,63	283,10	196,60	173,01	160,23	37,35	135,65	173,01
D9	196,60	558,34	454,15	319,48	245,75	209,38	283,10	135,65	37,35	160,23
D10	86,50	491,50	405,00	245,75	209,38	147,45	319,48	173,01	160,23	37,35

Secundaire transportkosten

Bijlage 3: Lonen van vrachtwagenbestuurders scenario

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
Y1	503,58	0,00	189,09	271,00	302,35	366,05	466,16	503,58	535,94	466,16
Y2	175,95	503,58	339,76	252,80	163,81	138,53	125,39	0,00	101,12	138,53
Y3	0,00	503,58	378,19	252,80	189,09	125,39	315,49	175,95	163,81	50,56
<i>Primaire transportkosten</i>										
Y1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	38,43	543,01	416,61	291,23	228,53	164,83	353,92	215,39	202,24	88,99
D2	543,01	38,43	228,53	309,43	341,79	404,48	505,60	543,01	574,36	505,60
D3	416,61	228,53	38,43	215,39	228,53	291,23	341,79	379,20	467,17	416,61
D4	291,23	309,43	215,39	38,43	127,41	151,68	265,95	291,23	328,64	252,80
D5	228,53	341,79	228,53	127,41	38,43	102,13	202,24	202,24	252,80	215,39
D6	164,83	404,48	291,23	151,68	102,13	38,43	228,53	177,97	215,39	151,68
D7	353,92	505,60	341,79	265,95	202,24	228,53	38,43	164,83	291,23	328,64
D8	215,39	543,01	379,20	291,23	202,24	177,97	164,83	38,43	139,55	177,97
D9	202,24	574,36	467,17	328,64	252,80	215,39	291,23	139,55	38,43	164,83
D10	88,99	505,60	416,61	252,80	215,39	151,68	328,64	177,97	164,83	38,43
Y2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	38,43	543,01	416,61	291,23	228,53	164,83	353,92	215,39	202,24	88,99
D2	543,01	38,43	228,53	309,43	341,79	404,48	505,60	543,01	574,36	505,60
D3	416,61	228,53	38,43	215,39	228,53	291,23	341,79	379,20	467,17	416,61
D4	291,23	309,43	215,39	38,43	127,41	151,68	265,95	291,23	328,64	252,80
D5	228,53	341,79	228,53	127,41	38,43	102,13	202,24	202,24	252,80	215,39
D6	164,83	404,48	291,23	151,68	102,13	38,43	228,53	177,97	215,39	151,68
D7	353,92	505,60	341,79	265,95	202,24	228,53	38,43	164,83	291,23	328,64
D8	215,39	543,01	379,20	291,23	202,24	177,97	164,83	38,43	139,55	177,97
D9	202,24	574,36	467,17	328,64	252,80	215,39	291,23	139,55	38,43	164,83
D10	88,99	505,60	416,61	252,80	215,39	151,68	328,64	177,97	164,83	38,43
Y3	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	38,43	543,01	416,61	291,23	228,53	164,83	353,92	215,39	202,24	88,99
D2	543,01	38,43	228,53	309,43	341,79	404,48	505,60	543,01	574,36	505,60
D3	416,61	228,53	38,43	215,39	228,53	291,23	341,79	379,20	467,17	416,61
D4	291,23	309,43	215,39	38,43	127,41	151,68	265,95	291,23	328,64	252,80
D5	228,53	341,79	228,53	127,41	38,43	102,13	202,24	202,24	252,80	215,39
D6	164,83	404,48	291,23	151,68	102,13	38,43	228,53	177,97	215,39	151,68
D7	353,92	505,60	341,79	265,95	202,24	228,53	38,43	164,83	291,23	328,64
D8	215,39	543,01	379,20	291,23	202,24	177,97	164,83	38,43	139,55	177,97
D9	202,24	574,36	467,17	328,64	252,80	215,39	291,23	139,55	38,43	164,83
D10	88,99	505,60	416,61	252,80	215,39	151,68	328,64	177,97	164,83	38,43
<i>Secundaire transportkosten</i>										

Bijlage 4: Regulering van de overheid scenario

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
Y1	498,35	0,00	187,13	268,19	299,21	362,25	461,32	498,35	530,37	461,32
Y2	174,12	498,35	336,24	250,18	162,11	137,10	124,09	0,00	100,07	137,10
Y3	0,00	498,35	374,26	250,18	187,13	124,09	312,22	174,12	162,11	50,04
<i>Primaire transportkosten</i>										
Y1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	38,03	537,38	412,29	288,20	226,16	163,11	350,25	213,15	200,14	88,06
D2	537,38	38,03	226,16	306,21	338,24	400,28	500,35	537,38	568,40	500,35
D3	412,29	226,16	38,03	213,15	226,16	288,20	338,24	375,26	462,32	412,29
D4	288,20	306,21	213,15	38,03	126,09	150,11	263,18	288,20	325,23	250,18
D5	226,16	338,24	226,16	126,09	38,03	101,07	200,14	200,14	250,18	213,15
D6	163,11	400,28	288,20	150,11	101,07	38,03	226,16	176,12	213,15	150,11
D7	350,25	500,35	338,24	263,18	200,14	226,16	38,03	163,11	288,20	325,23
D8	213,15	537,38	375,26	288,20	200,14	176,12	163,11	38,03	138,10	176,12
D9	200,14	568,40	462,32	325,23	250,18	213,15	288,20	138,10	38,03	163,11
D10	88,06	500,35	412,29	250,18	213,15	150,11	325,23	176,12	163,11	38,03
Y2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	38,03	537,38	412,29	288,20	226,16	163,11	350,25	213,15	200,14	88,06
D2	537,38	38,03	226,16	306,21	338,24	400,28	500,35	537,38	568,40	500,35
D3	412,29	226,16	38,03	213,15	226,16	288,20	338,24	375,26	462,32	412,29
D4	288,20	306,21	213,15	38,03	126,09	150,11	263,18	288,20	325,23	250,18
D5	226,16	338,24	226,16	126,09	38,03	101,07	200,14	200,14	250,18	213,15
D6	163,11	400,28	288,20	150,11	101,07	38,03	226,16	176,12	213,15	150,11
D7	350,25	500,35	338,24	263,18	200,14	226,16	38,03	163,11	288,20	325,23
D8	213,15	537,38	375,26	288,20	200,14	176,12	163,11	38,03	138,10	176,12
D9	200,14	568,40	462,32	325,23	250,18	213,15	288,20	138,10	38,03	163,11
D10	88,06	500,35	412,29	250,18	213,15	150,11	325,23	176,12	163,11	38,03
Y3	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	38,03	537,38	412,29	288,20	226,16	163,11	350,25	213,15	200,14	88,06
D2	537,38	38,03	226,16	306,21	338,24	400,28	500,35	537,38	568,40	500,35
D3	412,29	226,16	38,03	213,15	226,16	288,20	338,24	375,26	462,32	412,29
D4	288,20	306,21	213,15	38,03	126,09	150,11	263,18	288,20	325,23	250,18
D5	226,16	338,24	226,16	126,09	38,03	101,07	200,14	200,14	250,18	213,15
D6	163,11	400,28	288,20	150,11	101,07	38,03	226,16	176,12	213,15	150,11
D7	350,25	500,35	338,24	263,18	200,14	226,16	38,03	163,11	288,20	325,23
D8	213,15	537,38	375,26	288,20	200,14	176,12	163,11	38,03	138,10	176,12
D9	200,14	568,40	462,32	325,23	250,18	213,15	288,20	138,10	38,03	163,11
D10	88,06	500,35	412,29	250,18	213,15	150,11	325,23	176,12	163,11	38,03
<i>Secundaire transportkosten</i>										

Bijlage 5: Verhoogde beveiliging van transportnetwerken scenario

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
Y1	503,73	0,00	189,15	271,08	302,44	366,16	466,30	503,73	536,10	466,30
Y2	176,00	503,73	339,86	252,88	163,86	138,58	125,43	0,00	101,15	138,58
Y3	0,00	503,73	378,30	252,88	189,15	125,43	315,59	176,00	163,86	50,58
<i>Primaire transportkosten</i>										
Y1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	38,44	543,18	416,74	291,31	228,60	164,87	354,03	215,45	202,30	89,01
D2	543,18	38,44	228,60	309,52	341,89	404,60	505,75	543,18	574,53	505,75
D3	416,74	228,60	38,44	215,45	228,60	291,31	341,89	379,31	467,31	416,74
D4	291,31	309,52	215,45	38,44	127,45	151,73	266,02	291,31	328,74	252,88
D5	228,60	341,89	228,60	127,45	38,44	102,16	202,30	202,30	252,88	215,45
D6	164,87	404,60	291,31	151,73	102,16	38,44	228,60	178,02	215,45	151,73
D7	354,03	505,75	341,89	266,02	202,30	228,60	38,44	164,87	291,31	328,74
D8	215,45	543,18	379,31	291,31	202,30	178,02	164,87	38,44	139,59	178,02
D9	202,30	574,53	467,31	328,74	252,88	215,45	291,31	139,59	38,44	164,87
D10	89,01	505,75	416,74	252,88	215,45	151,73	328,74	178,02	164,87	38,44
Y2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	38,44	543,18	416,74	291,31	228,60	164,87	354,03	215,45	202,30	89,01
D2	543,18	38,44	228,60	309,52	341,89	404,60	505,75	543,18	574,53	505,75
D3	416,74	228,60	38,44	215,45	228,60	291,31	341,89	379,31	467,31	416,74
D4	291,31	309,52	215,45	38,44	127,45	151,73	266,02	291,31	328,74	252,88
D5	228,60	341,89	228,60	127,45	38,44	102,16	202,30	202,30	252,88	215,45
D6	164,87	404,60	291,31	151,73	102,16	38,44	228,60	178,02	215,45	151,73
D7	354,03	505,75	341,89	266,02	202,30	228,60	38,44	164,87	291,31	328,74
D8	215,45	543,18	379,31	291,31	202,30	178,02	164,87	38,44	139,59	178,02
D9	202,30	574,53	467,31	328,74	252,88	215,45	291,31	139,59	38,44	164,87
D10	89,01	505,75	416,74	252,88	215,45	151,73	328,74	178,02	164,87	38,44
Y3	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	38,44	543,18	416,74	291,31	228,60	164,87	354,03	215,45	202,30	89,01
D2	543,18	38,44	228,60	309,52	341,89	404,60	505,75	543,18	574,53	505,75
D3	416,74	228,60	38,44	215,45	228,60	291,31	341,89	379,31	467,31	416,74
D4	291,31	309,52	215,45	38,44	127,45	151,73	266,02	291,31	328,74	252,88
D5	228,60	341,89	228,60	127,45	38,44	102,16	202,30	202,30	252,88	215,45
D6	164,87	404,60	291,31	151,73	102,16	38,44	228,60	178,02	215,45	151,73
D7	354,03	505,75	341,89	266,02	202,30	228,60	38,44	164,87	291,31	328,74
D8	215,45	543,18	379,31	291,31	202,30	178,02	164,87	38,44	139,59	178,02
D9	202,30	574,53	467,31	328,74	252,88	215,45	291,31	139,59	38,44	164,87
D10	89,01	505,75	416,74	252,88	215,45	151,73	328,74	178,02	164,87	38,44
<i>Secundaire transportkosten</i>										

Bibliografie

- Agarwal, R., & Ergun, Ö. (2010). Network design and allocation mechanisms for carrier alliances in liner shipping. *Operations Research*, 58 (6), 1726-1742.
- Anheuser-Busch InBev. (2018a). Leffe Blond 0,0%: het allereerste volledig alcoholvrije abdijbier in België.
- Anheuser-Busch InBev. (2018b). *Jaarverslag 2017*.
- Anheuser-Busch Inbev. (2019). *Jaarverslag 2018*.
- Belga. (2017, Mei 12). Alcoholvrij bier wint aan belang in België bij AB InBev. *De Standaard*.
- Belgische Petroleum Federatie. (2020). *Evolutie maximumprijzen in €/L*. Opgeroepen op April 21, 2020, van <https://www.petrolfed.be/nl/maximumprijzen/evolutie>
- Blauwens, G., Meersman, H., Sys, C., Van de Voorde, E., & Vanelslander, T. (2011). *Kilometerheffing in Vlaanderen: de impact op havenconcurrentie en logistiek*. Mobiliteit en openbare werken: steunpunt goederenstromen.
- Bollen, N. (2020, Maart 25). Verkijk u niet op nettoberag van uitkering coronawerkloosheid. *De Tijd*.
- Cruijssen, F., & Salomon, M. (2004). Empirical study: Order sharing between transportation companies may result in cost reductions between 5 to 15 percent. *Tilburg: Operations research, Discussion Paper: Vol 2004-80*.
- Cruijssen, F., Cools, M., & Dullaert, W. (2007a). Horizontal cooperation in logistics: Opportunities and impediments. *Transportation research Part E* 43, 129-142.
- Cruijssen, F., Dullaert, W., & Fleuren, H. (2007b). Horizontal cooperation in transportation and logistics: a literature review. *Transportation Journal*, 46(3), 22-39.
- De Wilde, P., & Hoozemans, F. (2016). *Kostenontwikkelingen in het wegvervoer*. Zoetermeer: EVO.
- Dircksen, M., & Magnin, G. (2017). Evaluation of synergy potentials in transportation networks managed by a fourth party logistics provider. *Transportation Research Procedia*, 25, 824-841.
- Erera, A., Kwek, K.-H., Goswami, N., White, C., & Zhang, H. (2003). *Cost of Security for Sea Cargo Transport*. National University of Singapore and the Georgia Institute of Technology.
- Fischer, K., Muller, J. P., & Pischel, M. (1996). Cooperative transportation scheduling: An application domain for DAI. *Applied Artificial Intelligence*, 10, 1-34.
- Fogarty, J. (2010). The demand for beer, wine, and spirits: a survey of the literature. *Journal of Economic Surveys*, 24 (3), 428-478.
- Gallet, C. A. (2007). The demand for alcohol: a meta-analysis of elasticities. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economies*, 51, pp. 121-135.

- Groznik, A., & Xiong, Y. (2012). Pathways to Supply Chain Excellence. InTech.
- Hernandez, S., Peeta, S., & Kalafatas, G. (2011). A less-than-truckload carrier collaboration planning problem under dynamic capacities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47 (6), 933-946.
- Horckmans, M. (2018, Jun 3). Europese biersector buigt zich over kansen en uitdagingen. *Business AM*.
- Houghtalen, L., Ergun, Ö., & Sokol, J. (2011). Designing Mechanisms for the Management of Carrier Alliances. *Transportation Science*, 45, 451-566.
- Juan, A. A., Faulin, J., Pérez-Bernabeu, E., & Jozefowicz, N. (2014). Horizontal cooperation in Vehicle Routing Problems with Backhauling and Environmental Criteria. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 111, 1133-1141.
- Lo Magno, G. L., Ferrante, M., & De Cantis, S. (2017). A new index for measuring seasonality: A transportation cost approach. *Mathematical Social Sciences*, 88, 55-65.
- Marques-Vidal, P. (2008). Trends of Beer Drinking in Europe. In V. R. Preedy, *Beer in Health and Disease Prevention* (pp. 129-140). Elsevier Science & Technology.
- Martin, N., Verdonck, L., Caris, A., & Depaire, B. (2018). Horizontal collaboration in logistics: decision framework and typology. *Operations Management Research*, 11, 32-50.
- Mason, R., Lalwani, C., & Boughton, R. (2007). Combining vertical and horizontal collaboration for transport optimisation. *Supply Chain Management*, 12(3), 187-199.
- McGee, P. (2018, Sep 27). Why switch to electric will take time for trucks. *The Financial Times Limited*.
- Meng, X., & Pian, Z. (2016). Theoretical Basis for Intelligent Coordinated Control. In *Intelligent Coordinated Control of Complex Uncertain Systems for Power Distribution Network Reliability* (pp. 15-50).
- Naesens, K., Gelders, L., & Pintelon, L. (2009). A swift response framework for measuring the strategic fit for a horizontal collaborative initiative. *International journal of production economics*, 121(2), 550-561.
- Nelson, J. P. (2005). Beer Advertising and Marketing Update: Structure, Conduct, and Social Costs. *Review of Industrial Organization*, 26 (3), pp. 269-306.
- Pomponi, F., Fratocchi, L., & Rossi Tarufi, S. (2015). Trust development and horizontal collaboration in logistics: A theory based evolutionary framework. *Supply Chain Management*, 20(1), 83-97.
- Prentice, B. E. (2008). Tangible and intangible benefits of transportation security measures. *Journal of Transportation Security*, 3-14.
- Riepl, W. (2018, Mei 8). Belgische bierconsumptie is alweer gedaald. *Trends*.

- Saffer, H., & Dhaval, D. (2006). Alcohol advertising and alcohol consumption by adolescents. *Health Economics*, 15, pp. 617-637.
- Schoups, J. (2018). *Jaarverslag 2017: Het jaar van Europese Elektronische Toldiensten*. Viapass.
- Serrano-Hernández, A., Juan, A. A., Faulin, J., & Perez-Bernabeu, E. (2017). Horizontal collaboration in freight transport: concepts, benefits, and environmental challenges. *SORT: Statistics and Operations Research Transactions*, 41(2), 393-414.
- Silm, S., & Ahas, R. (2005). Seasonality of alcohol-related phenomena in Estonia. *International Journal of Biometeorology*, 49, 215-223.
- Sprenger, R., & Mönch, L. (2012). A methodology to solve large-scale cooperative transportation planning problems. *European Journal of Operational Research*, 223 (3), 626-636.
- Tijs, S., & Driessen, T. (1986). Game Theory and cost allocation problems. *Management Science*, 32(8), 1015-1028.
- VAD. (2019). *Wat zegt de wet over alcohol?* Opgehaald van <https://www.vad.be/assets/wat-zegt-de-wet-over-alcohol>
- Van Gorp, T. (2019a). Bonden eisen 5% meer loon in nieuwe cao wegtransport. *Nieuwsblad Transport*.
- Van Gorp, T. (2019b). Nieuw loonakkoord in Belgische transportsector. *Nieuwsblad Transport*.
- Verdonck, L. (2017). Collaborative logistics from the perspective of freight transport companies.
- Verdonck, L., Beullens, P., Caris, A., Ramaekers, K., & Janssens, G. K. (2016). Analysis of collaborative savings and cost allocation techniques for the cooperative carrier facility location problem. *Journal of the Operational Research Society*, 67(6), 853-871.
- Verdonck, L., Caris, A., Ramaekers, K., & Janssens, G. (2013). Collaborative logistics from the perspective of road transportation companies. *Transport Reviews*, 33(6), 700-719.
- Verdonck, L., Ramaekers, K., Depaire, B., Caris, A., & Janssens, G. (2017). Analysing collaborative performance and cost allocation for the joint route planning problem. *European Modeling and Simulation Symposium*, 24-33.
- Verdonck, L., Ramaekers, K., Depaire, B., Caris, A., & Janssens, G. (2019). Analysing the Effect of Partner Characteristics on the Performance of Horizontal Carrier Collaborations. *Networks and spatial economics*, 19(2), 583-609.
- Verscheuren, S., & Vansteeland, K. (2020, Maart 10). Diesel en benzine kennen een van grootste prijsdalingen uit geschiedenis. *De Tijd*.
- Verstrepen, S., Cools, M., Cruijssen, F., & Dullaert, W. (2006). A framework for horizontal cooperation in logistics. *International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain*.

Vornhusen, B., Wang, X., & Kopfer, H. (2014). Vehicle routing under consideration of transshipment in horizontal coalitions of freight carriers. *Procedia CIRP*, 117-122.