



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master handelsingenieur

Masterthesis

Het effect van stochastische parameters op de prestaties en kostenverdeling van horizontale logistieke samenwerking

Goele Smeets

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master handelsingenieur, afstudeerrichting operationeel management en logistiek

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 handelsingenieur

Masterthesis

Het effect van stochastische parameters op de prestaties en kostenverdeling van horizontale logistieke samenwerking

Goele Smeets

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master handelsingenieur, afstudeerrichting operationeel management en logistiek

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

Deze masterproef is geschreven in het kader van mijn afstuderen als master in de toegepaste economische wetenschappen: handelsingenieur aan de Universiteit Hasselt. Mijn afstudeerrichting is Operationeel management en logistiek. In de afgelopen jaren hebben de vakken die specifiek zijn aan mijn afstudeerrichting mij veelvuldig geïnteresseerd. Ik was dan ook enthousiast bij het vinden van dit onderwerp en het voltooiën van mijn masterproef.

Via deze weg wil ik een aantal mensen bedanken die mij onvoorwaardelijk hebben gesteund in het schrijven van mijn masterproef. Allereerst gaat mijn dank uit naar dr. Lotte Verdonck, voor haar deskundige begeleiding en de tijd en moeite die zij heeft gestoken in mij te begeleiden en van feedback te voorzien. Het was een plezierige samenwerking waarbij ik goede adviezen heb ontvangen en mij altijd ondersteund voelde. Daarnaast wil ik mijn familie en vriend bedanken. Mijn ouders voor de fijne thuissituatie en de kansen die zij mij hebben gegeven om te kunnen studeren en mijn studies succesvol te kunnen afronden. Mijn vriend wil ik bedanken voor de ondersteuning en feedback die hij heeft geleverd.

Goele Smeets

Juni, 2020

SAMENVATTING

Logistieke dienstverleners ondervinden door de invloed van tal van externe factoren meer druk om te innoveren. Een opportuniteit daarvoor ligt in het aangaan en beheren van externe relaties in de supply chain. In deze masterproef ligt de focus op horizontale logistieke samenwerkingen. Een recent onderzochte manier van horizontale logistieke samenwerking is het delen van distributiecentra (DC's). Dit is een optimalisatieprobleem dat gemodelleerd wordt als het *cooperative carrier facility location problem* (CCFLP). In het CCFLP wordt het aantal geopende DC's en de bijbehorende logistieke stromen geoptimaliseerd met als doel de coöperatieve kosten te minimaliseren. In eerder onderzoek van Verdonck, Beullens, Caris, Ramaekers, en Janssens (2016) wordt het potentieel van het CCFLP onderzocht onder deterministische omstandigheden. Dit komt niet overeen met de realiteit waarin factoren zoals de vraag continu veranderen. Het doel van dit onderzoek is daarom na te gaan of het CCFLP nog steeds leidt tot een voordelige samenwerking indien de klantenvraag een stochastisch karakter heeft.

De voordelen en coöperatieve kosten die door de samenwerking ontstaan moeten op een rechtvaardige en eerlijke manier verdeeld worden onder de partners. Alleen zo kan een duurzame samenwerking ontstaan op lange termijn. Deze verdeling kan aan de hand van verschillende kostenallocatiemethodes gebeuren. In dit onderzoek worden de *alternative cost avoided method* (ACAM) en Shapley waarde onderzocht.

Rekening houdend met deze uitdagingen wil deze masterproef een antwoord formuleren op volgende centrale onderzoeksvraag:

Wat is het effect van een stochastische marktvraag op de prestaties en kostenverdeling van het cooperative carrier facility location problem?

Om deze vraag te beantwoorden werd een literatuurstudie en een praktijkstudie uitgevoerd. In de literatuurstudie wordt onderzocht welke literatuur ter beschikking is over het onderwerp en welke kennis nuttig is voor in de praktijkstudie. Diverse aspecten van horizontale logistieke samenwerking worden bekeken, zoals de eigenschappen, opportuniteiten en uitdagingen. Ook wordt de literatuur over het CCFLP, optimalisatie onder vraagonzekerheid en kostenallocatiemethodes beschouwd.

In de praktijkstudie wordt gebruik gemaakt van een specifieke CCFLP case uit Verdonck et al. (2016) waarin een artificiële horizontale samenwerking uitgewerkt is op basis van een werkelijke logistieke setting in het Verenigd Koninkrijk. Met de data uit deze case wordt getracht een antwoord te formuleren op de centrale onderzoeksvraag van deze masterproef. Hiertoe wordt het aspect van de stochastische vraag vertaald naar vijftien vraagscenario's, die een combinatie vormen van vijf totale vraagscenario's en drie mogelijke verdelingen van de vraag over de klantzones. Eerst wordt het effect van een stochastische vraag en de verdeling van de vraag over de verschillende klantzones op de coöperatieve kosten en het aantal geopende DC's

bekeken. Daarna worden de resultaten van twee kostenallocatiemethodes vergeleken: de Shapley waarde en de ACAM. Voor deze methodes wordt onderzocht of de stochastische vraag een effect heeft op de kostenverdeling en stabiliteit van de samenwerking.

In het CCFLP delen partners DC's met als doel hun kosten te minimaliseren. Voor het analyseren van de stochastische samenwerkingsresultaten wordt voor elk vraagscenario de minimale kost bepaald door simultaan het aantal open DC's te beperken en de logistieke stromen zo optimaal mogelijk te organiseren. Het betreft hier goederenstromen van het centraal depot van de partner naar de DC's en van de DC's naar de klantzones. De besparing door de samenwerking is het verschil tussen de kosten die resulteren uit de samenwerking en de som van de standalone kosten van alle partners.

Uit de praktijkstudie worden de volgende resultaten gehaald. Het delen van DC's zorgt voor een gemiddelde daling van de coöperatieve kosten van 5,25%, met een minimale daling van 2,87% en een maximale daling van 7,80%. Het delen van DC's heeft dus een positief effect op de samenwerkingsbaten ook onder stochastische vraagomstandigheden. Uit een vergelijking van deze resultaten met het onderzoek van Verdonck et al. (2016) blijkt dat de stochastische vraag invloed heeft op het besparingsniveau van de samenwerking. De daling in kosten is bij een stochastische vraag minder hoog dan in de deterministische setting werd voorgesteld. De verdeling van de vraag over de klantzones heen heeft in tegenstelling tot de totale vraag geen invloed op de coöperatieve kosten.

Het aantal geopende DC's schommelt tussen zeven en tien. De vraag bepaalt de benodigde capaciteit en daarmee ook het aantal geopende DC's. Dit wordt ook bevestigd in de vergelijking met het onderzoek van Verdonck et al. (2016) waarin gemiddeld één DC gesloten wordt. Net zoals de verdeling van de vraag over de klantzones geen invloed heeft op de kosten heeft deze factor ook geen invloed op het aantal geopende DC's.

Een nadeel van de Shapley en ACAM methode is dat ze niet altijd tot een stabiele samenwerking leiden. Dit komt doordat beide methodes niet kunnen garanderen dat geen enkele partner de intentie gaat hebben om zich af te zonderen en een subgroep te vormen. Uit de praktijkstudie is naar voren gekomen dat de stabiliteit afhankelijk is van de kostenallocatiemethode die gebruikt wordt. Daarnaast zorgen beide kostenallocatiemethodes voor een vrij gelijkaardige verdeling van de coöperatieve kosten. Net zoals in het onderzoek van Verdonck et al. (2016) is amper een verschil merkbaar tussen de allocatiewaarden van beide methodes.

Uit de praktijkstudie blijkt duidelijk dat de vraag enkel de mogelijke kostendaling bepaalt en niet de verdeling van de kosten over de partners. Ook de verdeling van de vraagfracties heeft geen invloed op hoe de kosten onder partners verdeeld worden. Het stochastische karakter van de vraag heeft daarmee dus geen invloed op de kostenallocatie uitdaging. Samengevat werd in dit onderzoek gevonden dat de verdeling van de besparingen niet afhankelijk is van de kostenallocatiemethode, het vraagscenario en de verdeling van de vraagfracties.

De volgende conclusies kunnen gemaakt worden. Uit de resultaten van de praktijkstudie en de vergelijking daarvan met het onderzoek van Verdonck et al. (2016) is duidelijk dat de stochastische marktvraag een invloed heeft op de coöperatieve kosten van de samenwerking en op het aantal geopende DC's. De verdeling van de vraag over de klantzones heeft daarentegen geen effect op de baten of op de verdeling van de baten. Ook de kostenallocatie is niet afhankelijk van de totale vraag of van de verdeling van de vraag. Algemeen kan gesteld worden dat het opnemen van een stochastische vraag belangrijk is voor het bepalen van de totale mogelijke kostenbesparing en het aantal te openen DC's. Het niet opnemen van een stochastische vraag kan een vertekend beeld geven van het potentieel van horizontale logistieke samenwerking.

De resultaten die in de praktijkstudie van dit onderzoek gevonden worden zijn enkel van toepassing op de onderzochte case studie en opgestelde vraagscenario's. Een vergelijking van de resultaten met die van Verdonck et al. (2016) kunnen de resultaten eventueel wel meer veralgemenen. De externe validiteit kan dus in twijfel getrokken worden. Toch geeft het onderzoek een goede indicatie van de mogelijke voordelen van het delen van DC's en het effect van de stochastische vraag op het kostenniveau van een horizontale logistieke samenwerking. Aanvullend onderzoek op basis van andere case studies en vraagscenario's kunnen de resultaten van dit onderzoek bevestigen.

Inhoudsopgave

WOORD VOORAF	5
SAMENVATTING	7
HOOFDSTUK 1: INLEIDING	13
1.1 Probleemstelling	13
1.2 Onderzoeksvraag	15
1.3 Onderzoeksplan	16
HOOFDSTUK 2: HORIZONTALE LOGISTIEKE SAMENWERKING: EIGENSCHAPPEN EN OPPORTUNITEITEN	17
2.1 Horizontale logistieke samenwerking	17
2.2 Operationele benaderingen van horizontale logistieke samenwerking	18
2.3 Opportuniteiten	19
HOOFDSTUK 3: HORIZONTALE LOGISTIEKE SAMENWERKING: UITDAGINGEN EN KOSTENALLOCATIEMETHODES	23
3.1 Uitdagingen	23
3.2 Kostenallocatie	25
HOOFDSTUK 4: COOPERATIVE CARRIER FACILITY LOCATION PROBLEM	29
4.1 Deterministisch CCFLP	29
4.2 Stochastisch CCFLP	32
HOOFDSTUK 5: STOCHASTISCHE PARAMETER - DE VRAAG	35
HOOFDSTUK 6: PRAKTIJKSTUDIE	37
6.1 Case study	37
6.2 Onderzoeksopzet	38
6.3 Hypotheses	40
6.4 Het effect van een stochastische vraag op de samenwerkingskosten en -baten	42
6.5 Het effect van een stochastische vraag op de kostenallocatie	44
6.6 Antwoord op hypothesen	47
CONCLUSIE	49
Beperkingen van het onderzoek	50
Toekomstig onderzoek	51
BIJLAGE	53
LITERATUURLIJST	55

HOOFDSTUK 1: INLEIDING

1.1 Probleemstelling

De winstmarges van transportbedrijven nemen af door, onder andere, de stijgende competitie op de markt, toenemende kosten en verhoogde verwachtingen van de klant (Cruijssen, Bräysy, Dullaert, Fleuren, & Salomon, 2007). Logistieke dienstverleners ondervinden hierdoor meer druk om efficiënter te werken en te innoveren, terwijl winstmarges uit interne efficiëntieverbeteringen en innovaties steeds kleiner worden (Bellingkrodt & Wallenburg, 2013; Cruijssen, Cools, & Dullaert, 2007). Een potentiële verbetering ligt in het aangaan en beheren van externe relaties in de supply chain (Skjoett - Larsen, 2000). Bedrijven die samenwerken kunnen hun resources en kennis delen en de kosten verdelen. Hierdoor kunnen ze hun marktpositie verbeteren, een competitief voordeel behalen, hun service uitbreiden en winstmarges genereren die ze niet alleen kunnen bereiken (Cruijssen, Dullaert, & Fleuren, 2007; Soosay & Hyland, 2015; Yilmaz & Savasaneril, 2012).

In een samenwerking willen partners een gemeenschappelijk doel bereiken en beschouwen de partners elkaar als een uitbreiding van hun eigen bedrijf (Świtała, 2016). De literatuur onderscheidt drie soorten samenwerkingen: verticale, horizontale en laterale samenwerking. In een **verticale samenwerking** werken bedrijven uit dezelfde supply chain samen. Door hun diensten op elkaar af te stemmen, kunnen ze kosten besparen. Een bedrijf kan samenwerken met een bedrijf upstream of downstream in de supply chain ten opzichte van zichzelf. Een specifiek voordeel van verticale logistieke samenwerking is dat het bullwhip effect verminderd wordt doordat informatie gedeeld wordt tussen de partners (Audy, Lehoux, D'Amours, & Rönnqvist, 2012). **Horizontale samenwerking** wordt door de Europese Unie (2001) gedefinieerd als "onderling afgestemde feitelijke gedragingen tussen ondernemingen die op hetzelfde niveau of dezelfde niveaus in de markt actief zijn". Een combinatie van verticale en horizontale logistieke samenwerking is ook mogelijk, dit wordt omschreven als een **laterale**, diagonale of synergetische samenwerking (Audy et al., 2012). Hiermee proberen bedrijven meer flexibiliteit te creëren door vaardigheden te combineren en te delen in zowel de horizontale als verticale manier (Simatupang & Sridharan, 2002). In dit onderzoek ligt de focus op **horizontale logistieke samenwerking**. Dit is een horizontale samenwerking tussen logistieke dienstverleners. In een horizontale logistieke samenwerking werken twee of meerdere bedrijven samen die actief zijn op hetzelfde niveau van de supply chain en vergelijkbare logistieke functies uitvoeren (Cruijssen, Dullaert, et al., 2007). Het doel van horizontale logistieke samenwerking is om de service en efficiëntie te verbeteren en kosten verbonden aan het transport en leveringsproces te minimaliseren (Esper & Williams, 2003).

Voor transportbedrijven zijn verschillende manieren van horizontale logistieke samenwerking mogelijk. In de literatuur wordt vooral gefocust op transport en distributie; bedrijven werken samen om de efficiëntie van de operaties met hun voertuigen te verbeteren (Verdonck, 2017). Dit kan door **voertuigcapaciteit** te delen met partners. Zo kunnen investeringskosten verdeeld worden onder de partners en de gebruiksfrequentie van de voertuigen stijgt (Agarwal & Ergun,

2010). Een andere manier is het delen van **orders en bestellingen** van klanten tussen de partners. Een doel van deze samenwerkingsmethode is om een betere match te vinden tussen beschikbare en gevraagde resources (Bloos & Kopfer, 2011). Door bestellingen te delen kan de bezettingsgraad van de capaciteit stijgen en kan de efficiëntie en winstgevendheid van de onderneming stijgen. Bovendien zorgt een betere transportplanning voor een daling in de totale transportkosten en verbeterde mogelijkheden voor herpositionering van activa. Deze samenwerkingsmethode is minder interessant indien partners hun klanteninformatie niet met elkaar willen delen (Verdonck, Caris, Ramaekers, & Janssens, 2013). Buiten de voordelen uit het samenwerken op vlak van transport en distributie zijn er ook nog andere mogelijkheden. Verdonck et al. (2016) hebben nog een methode van horizontale logistieke samenwerking onderzocht, namelijk het delen van **distributiecentra of magazijnen**. Logistieke bedrijven kunnen kosten reduceren en distributie efficiëntie verbeteren door hun distributiecentra (DC's) te delen. Dit probleem wordt benoemd als het *cooperative carrier facility location problem* (CCFLP). Het doel hiervan is te bepalen waar distributiecentra het best geopend worden en hoe de logistieke stromen van en naar distributiecentra georganiseerd dienen te worden zodat de operationele kosten voor de partners geminimaliseerd kunnen worden (Verdonck et al., 2016).

Een logistieke samenwerking kan voordelig zijn voor de partners. Elke partner veronderstelt dat de samenwerking een positieve netto actuele waarde voor hem oplevert (Park, 1997). De bovenvermelde voordelen, zoals kostenvermindering en verbetering van de marktpositie, zijn een motief voor logistieke bedrijven om aan de samenwerking deel te nemen. Natuurlijk zijn aan de samenwerking **uitdagingen** verbonden. Cruijssen, Cools, et al. (2007) en Verdonck (2017) onderscheiden zes uitdagingen bij een horizontale logistieke samenwerking: partner selectie, ongelijke onderhandelingspositie van de partners, gebrek aan informatie en communicatie technologie (ICT), concurrentiewetgeving, bepalen van de operationele scope en het bepalen en verdelen van de kosten. Het is belangrijk om een eerlijke verdeling van verwachte en onverwachte kosten te hebben (Gibson, Rutner, & Keller, 2002). Wantrouwen over de correctheid van de toegepaste kostenallocatie regel heeft in het verleden verschillende samenwerkingen doen falen (Cruijssen, Dullaert, et al., 2007). In de kostenallocatie moet de bijdrage van elke logistieke partner gekwantificeerd en toegewezen worden. Dit zou de partners moeten aanzetten te handelen naar het gemeenschappelijk doel, hierdoor verbetert de stabiliteit van de samenwerking (Cruijssen, Cools, et al., 2007; Cruijssen, Dullaert, et al., 2007; Verdonck, 2017). In deze masterproef zullen twee kostenallocatiemethodes bekeken worden: de Shapley waarde en de *alternative cost avoided method* (ACAM).

Horizontale logistieke samenwerking is een recent onderzoeksdomein. In bestaande onderzoeken wordt er meestal vanuit gegaan dat de parameters die een invloed hebben op het resultaat van de samenwerking deterministisch zijn. Dit sluit niet aan bij de realiteit, aangezien parameters zoals de vraag, transportkosten, reistijden, prijzen van de producten e.d. continu veranderen. Onderzoek naar het effect van stochastische parameters op de efficiëntie van horizontale logistieke samenwerking is beperkt (Gansterer & Hartl, 2018). Bovendien focussen deze studies zich op transport en distributie problemen. Deze masterproef levert een bijdrage aan het onderzoeksdomein door het effect te bestuderen van stochastische parameters op de efficiëntie

van horizontale logistieke samenwerking waarbij distributiecentra worden gedeeld. Meer specifiek zal het CCFLP geoptimaliseerd worden, rekening houdend met een marktomgeving die gekenmerkt wordt door een onzekere klantenvraag. Hiervoor bestuderen we eerst het stochastisch CCFLP dat ontwikkeld is door Verdonck en Beullens (2018). Daarna wordt het effect van verschillende kostenallocatiemethodes op de resultaten bekeken. Het doel is inzicht krijgen in de efficiëntie van horizontale logistieke samenwerking en kostenallocatie onder onzekerheid.

1.2 Onderzoeksvraag

Op basis van zowel de academische als praktische bijdrage onderzoekt deze masterproef het effect van stochastische parameters op de efficiëntie van horizontale logistieke samenwerking. Meer specifiek wordt het effect onderzocht van variatie in de vraag op het besparingsniveau en de kostenverdeling van logistieke samenwerkingen waarbij DC's worden gedeeld. De centrale onderzoeksvraag luidt daarom als volgt:

Wat is het effect van een stochastische marktvaart op de prestaties en kostenverdeling van het cooperative carrier facility location problem?

Om deze vraag te beantwoorden worden enkele deelvragen geformuleerd.

Om het CCFLP te begrijpen wordt eerst een algemeen beeld geschetst van horizontale logistieke samenwerking.

1. *Wat is horizontale logistieke samenwerking en welke opportuniteiten biedt het?*
2. *Welke uitdagingen zijn verbonden aan horizontale logistieke samenwerking?*
3. *Wat is kostenallocatie en welke technieken kunnen worden gebruikt om kosten te verdelen onder samenwerkingspartners?*

Daarnaast worden de specifieke kenmerken van het CCFLP besproken.

4. *Hoe werkt het cooperative carrier facility location problem en welke concrete eigenschappen heeft het?*

De vraag is een stochastische parameter en kan dus verschillende waardes aannemen. Om deze parameter realistisch weer te geven wordt onderzocht hoe specifieke vraagscenario's moeten worden bepaald.

5. *Welke methodes zijn ter beschikking om realistische vraagscenario's op te stellen?*

1.3 Onderzoeksplan

Deze masterproef bestaat uit een literatuurstudie en een praktijkstudie die als doel hebben de centrale onderzoeksvraag te beantwoorden.

Literatuurstudie

Voor een goed overzicht en een goede structuur zal de literatuurstudie opgedeeld worden in verschillende onderwerpen die opbouwend verder gaan op elkaar.

1. Horizontale logistieke samenwerking: eigenschappen en opportuniteiten
2. Horizontale logistieke samenwerking: uitdagingen en kostenallocatiemethodes
3. Het cooperative carrier facility location problem (CCFLP)
4. Optimalisatie onder vraagonzekerheid

De focus ligt op papers en boeken die recent gepubliceerd zijn in het Engels en Nederlands. Deze worden opgezocht via Google Scholar en de online bibliotheek van de Universiteit Hasselt, deze bevat databanken zoals ProQuest, Econlit, EBSCO host en RePEc.

De onderstaande lijst zijn Engelse zoektermen die gebruikt zullen worden als startpunt om de literatuurstudie uit te voeren.

- Horizontal (logistic) collaboration
- Collaborative logistics
- Advantages/opportunities of collaborative logistics
- Disadvantages/impediments of collaborative logistics
- (Methods of) cost allocation
- Cooperative carrier facility location problem
- Sharing distribution centre
- Stochastic parameters
- Scenario generation
- Stochastic programming

Praktijkstudie

In de praktijkstudie wordt gebruik gemaakt van een specifieke CCFLP case uit Verdonck et al. (2016). In deze case study is een artificiële horizontale samenwerking uitgewerkt op basis van een werkelijke logistieke setting in het Verenigd Koninkrijk. Drie vervoerders met een centraal depot in Schotland, Londen en Wales distribueren allemaal producten in twee fases. In deze case zijn de locaties van tien potentiële DC's om te delen en alle bijhorende kosten gegeven. Met de data uit deze case zal de onderzoeksvraag onderzocht worden.

HOOFDSTUK 2: HORIZONTALE LOGISTIEKE SAMENWERKING: EIGENSCHAPPEN EN OPPORTUNITEITEN

2.1 Horizontale logistieke samenwerking

Relaties tussen bedrijven kunnen verschillende vormen aannemen. Świtała (2016) haalt drie vormen aan: partnerschap, coördinatie en samenwerking. Partnerschap is meestal beperkt tot een gezamenlijke uitvoering van een beperkt aantal functies. Deze vorm wordt beschouwd als de basis van supply chain integratie. Bij coördinatie willen bedrijven gemeenschappelijke doelen bereiken en hiervoor werken ze in verschillende bedrijfssectoren samen. Bij een samenwerking willen bedrijven ook gemeenschappelijke doelen bereiken maar beschouwt men elkaar niet alleen als partners, maar als uitbreiding van het eigen bedrijf.

Świtała (2016) definieert een samenwerking als een specifieke en langdurige activiteit waarbij bedrijven samenwerken op meerdere gebieden van de supply chain. Volgens Audy et al. (2012) wordt er een samenwerking gevormd indien twee of meer entiteiten een coalitie vormen en resources en informatie delen en uitwisselen, met als doel het maken van beslissingen of het realiseren van activiteiten die voordelen genereren die niet door een individuele entiteit gecreëerd kunnen worden. De literatuur onderscheidt drie soorten samenwerkingen: verticale, horizontale en laterale samenwerkingen. De verticale samenwerking is tussen bedrijven die tot dezelfde supply chain horen. Bedrijven kunnen samenwerken met een bedrijf downstream of upstream in de supply chain. Bij horizontale samenwerking werken bedrijven op hetzelfde niveau van verschillende of dezelfde supply chain samen. De laterale samenwerking is een combinatie van horizontale en verticale samenwerking: er wordt op alle mogelijke manieren samengewerkt in de supply chain (Audy et al., 2012).

Bengtsson en Kock (2000) onderscheiden vier types horizontale relaties: co-existentie, samenwerking, competitie en *co-opetition*. Bij co-existentie hebben bedrijven geen connectie, competitie of onderhandelingen met elkaar en bepalen zij apart hun eigen doelen. Als er hechte banden zijn tussen de bedrijven en ze gemeenschappelijke doelen nastreven is er een samenwerking. In een competitie hebben bedrijven dezelfde klantengroep als doel en gebruiken ze vergelijkbare leveranciers, hierdoor ontstaat er een actie-reactie relatie. De ondernemingen willen beter zijn dan hun concurrent. Als laatste is er de *co-opetition*, hierbij zijn bedrijven voor sommige activiteiten concurrenten terwijl ze voor andere activiteiten samenwerken.

Een horizontale samenwerking kan plaatsvinden tussen concurrenten, de partners zijn dan actief in dezelfde supply chain, maar ook tussen bedrijven die niet aan elkaar gelinkt zijn en dus actief zijn in een verschillende supply chain. Horizontale samenwerking gaat over het identificeren en exploiteren van win-win situaties tussen bedrijven die actief zijn op hetzelfde niveau van de supply

chain, met als doel de prestaties te verbeteren. Dit kunnen leveranciers, producenten, retailers, ontvangers (klanten) of logistieke dienstverleners zijn (Crujssen, Dullaert, et al., 2007). In dit onderzoek ligt de nadruk op horizontale samenwerking tussen logistieke dienstverleners. Zij kunnen een horizontale logistieke samenwerking aangaan. Dit is een samenwerking tussen twee of meerdere bedrijven die actief zijn op hetzelfde niveau van de supply chain en vergelijkbare logistieke functies uitvoeren binnen de transport en logistiek (Crujssen, Dullaert, et al., 2007).

2.2 Operationele benaderingen van horizontale logistieke samenwerking

Horizontaal logistiek samenwerken kan op verschillende manieren benaderd worden. Partners kunnen samenwerken door orders of voertuigcapaciteit te delen, dan ligt de focus op transport en distributie. Door order of voertuigcapaciteit te delen verbeteren partners de efficiëntie van hun wagenpark operatie (Verdonck, 2017). Verdonck et al. (2016) onderzocht een nieuwe methode waarbij distributiecentra gedeeld worden. Deze derde methode is in hoofdstuk 4 uitgewerkt.

De eerste operationele benadering van horizontale logistieke samenwerking is het delen van orders of bestellingen. Het creëert diverse voordelen voor de partners. Doordat orders gedeeld of geruild worden kan de beschikbare wagen capaciteit beter ingezet worden en door een betere planning kunnen transportkosten dalen. Hierdoor verbetert de efficiëntie en winstgevendheid van de partners (Bloos & Kopfer, 2011). Voor het optimaliseren van dit herverdelingsprobleem waarbij orders gedeeld en verdeeld worden onder de partners bestaan verschillende technieken. Hiervan zijn de *joint route planning* en *auction based mechanisms* de twee meest bekende (Verdonck et al., 2013). Bij *joint route planning* worden alle orders van alle partners verzameld. Hiermee wordt het meeste efficiëntie route schema opgesteld op basis van een gepast *vehicle routing* techniek, die afhankelijk is van de context van het probleem (Crujssen, Bräysy, et al., 2007). Door het efficiënt plannen van de wagen capaciteit en routes ontstaan schaalvoordelen: de totale afstand, het aantal lege ritten en het aantal benodigde voertuigen daalt (Crujssen & Salomon, 2004; Crujssen, Bräysy, et al., 2007). Bij *auction based mechanisms* worden enkel geselecteerde orders gedeeld. De partners kiezen eerst welke orders ze zelf willen uitvoeren en daarna welke orders ze willen uitwisselen. Dit bepalen ze door eerst op basis van optimalisatie technieken vergelijkbaar met degene die gebruikt worden bij *joint route planning* de orders te bepalen die ze zelf willen uitvoeren. Daarna worden de orders verdeeld door verschillende winst maximaliserende veiling mechanismes toe te passen (Verdonck, 2017). Een tweede manier van horizontale logistieke samenwerking is het delen van voertuigcapaciteit. Een voordeel hiervan is dat investeringskosten worden verdeeld onder partners en de gebruiksfrequentie van de voertuigen stijgt. Daarmee dalen de investeringskosten en stijgt de efficiëntie (Agarwal & Ergun, 2010). Indien de partners geen private informatie van hun orders willen delen is deze methode beter geschikt dan het delen van orders.

2.3 Opportuniteiten

Voor de samenwerkende bedrijven in een horizontale logistieke samenwerking ontstaan opportuniteiten en voordelen. Deze opportuniteiten vormen een motief voor logistieke bedrijven om een samenwerking aan te gaan. Een voorwaarde voor bedrijven om in de samenwerking te stappen is dat het project een positieve netto actuele waarde heeft, een waarde die zonder samenwerking niet mogelijk is (Park, 1997). Dyer en Singh (1998) benoemen dit als de *relational rent*, een bovennormale winst die enkel gecreëerd kan worden door de gezamenlijke bijdrage van de specifieke partners in een samenwerking (Dyer & Singh, 1998). De *relational rents* kunnen 'hard' zijn zoals schaalvoordelen of 'zacht' zoals bedrijven die van elkaar leren.

Cruijssen, Cools, et al. (2007) onderscheiden drie soorten opportuniteiten: kost en productiviteit, service en marktpositie. Verdonck et al. (2013) voegen er drie toe: product gerelateerde motieven, externe motieven en verwachte resultaten van de samenwerking.

2.3.1 Kost en productiviteit

Voor bedrijven is een van de grootste voordelen van horizontale logistieke samenwerking een stijging in productiviteit. Een eerste mogelijke oorzaak voor deze stijging in productiviteit is het beter gebruik van beschikbare resources. Zo wordt de opslagcapaciteit beter benut en daalt het aantal lege ritten en de reistijd (Cruijssen, Cools, et al., 2007). Een tweede oorzaak voor een stijging in productiviteit is *organisational learning*. Omdat bedrijven toegang krijgen tot de capaciteiten en vaardigheden van hun partners hebben zij ook de kans om van elkaar te leren (Hamel, 1991; Kogut, 1988; Westney, 1988). Zo kunnen bedrijven hun operationeel proces verbeteren waardoor ze ook bijvoorbeeld hun kostenbeheersing verbeteren en de supply chain kosten reduceren (Gibson et al., 2002). Horizontale logistieke samenwerking kan ook de kosten van niet-kernactiviteiten verlagen door gezamenlijke aankopen te doen of kapitaalinvesteringen te delen, zoals brandstof inkopen of het gezamenlijk aankopen van wagen capaciteit (Cruijssen, Cools, et al., 2007; Dyer & Singh, 1998). Ook kunnen partners schaal- en synergievoordelen behalen. Schaalvoordelen verwijzen naar de daling in eenheidskosten doordat meerdere eenheden van een product geproduceerd worden of doordat een identieke dienst wordt aangeboden aan meer klanten of deze dienst meer frequent gebruikt wordt. Een synergievoordeel is een kostendaling door de toename in het aanbod van de logistieke dienstverlener. De voordelen worden gehaald uit de variantie in het aanbod, niet uit het volume. Doordat de vaste kosten over een groter aantal diensten of producten verdeeld worden, dalen de eenheidskosten (Cruijssen, Dullaert, et al., 2007). Indien de partners uit de samenwerking in het verleden concurrenten van elkaar waren, kunnen zij ook voordelen halen uit hun overlappende netwerken. De partners kunnen dan een beter en meer kostenefficiënt transportplan opstellen waarbij de capaciteit van voertuigen beter benut wordt en de reistijden dalen (Leitner, Meizer, Prochazka, & Sih, 2011). Indien partners samenwerken voor niet-kernactiviteiten is de samenwerking voor de klanten minder zichtbaar, dit maakt de samenwerking ook minder gecompliceerd (Cruijssen, 2006).

2.3.2 Service

Bedrijven hebben door horizontale logistieke samenwerking de mogelijkheid om meer klantwaarde te creëren en te reageren op hogere klantverwachtingen (Verdonck, 2017). Logistieke dienstverleners kunnen tegelijk specialiseren en hun diensten uitbreiden door hun resources te delen en te concentreren op kernactiviteiten (Cruijssen, Cools, et al., 2007). Het bedrijf kan hierdoor een hogere klantenwaarde tegen een lagere kost genereren en tegelijk ook nog voordelen en synergie-effecten behalen zoals schaalvoordelen, gespecialiseerde werknemers, een hoog R&D level en toegang tot superieure technologie. Een verbetering in servicekwaliteit kan verschillende vormen aannemen zoals een groter geografisch gebied kunnen bedienen, meer betrouwbare levertijden en een snellere service (Cruijssen, Cools, et al., 2007; Zineldin & Bredenlow, 2003). De samenwerking geeft ook de mogelijkheid tot *organisational learning*, dit is niet enkel een bron voor productiviteitsverbetering maar leidt ook tot kwaliteitsverbeteringen tegen een lagere kost (Cruijssen, Cools, et al., 2007; Westney, 1988).

2.3.3 Marktpositie

Op individuele basis aan een aanbestedingsprocedure deelnemen is voor kleine bedrijven vaak moeilijk omdat zij de grote volumes die nodig zijn voor het bedienen van grote industriële verladings niet ter beschikking hebben. Bedrijven kunnen dit probleem oplossen door een horizontale logistieke samenwerking aan te gaan. Het aantal potentiële klanten wordt dan vergroot doordat het aantal beschikbare voertuigen, hun diensten en het geografische bereik uitgebreid wordt (Bleeke & Ernst, 1995). Het kan ook kansen creëren om nieuwe markten te betreden en in aanraking te komen met nieuwe, winstgevendende klanten (Bloos & Kopfer, 2011). Ten slotte is horizontale logistieke samenwerking een doeltreffende methode om hoge R&D kosten te delen. De onzekere opbrengsten die aan deze R&D projecten vasthangen worden naderhand over de bedrijven uit de samenwerking verdeeld (Cruijssen, 2006).

2.3.4 Product gerelateerde motieven

De partners in een horizontale logistieke samenwerking kunnen hun resources en vaardigheden delen met elkaar, hierdoor kan een opportuniteit gecreëerd worden om de huidige productlijn van de bedrijven aan te vullen of te verbreden. Het aanbod van logistieke diensten van de bedrijven is door de samenwerking completer en uitgebreider. Doordat de partners elkaar aanvullen kunnen zij beter reageren op de stijgende verwachtingen van de klant (Bloos & Kopfer, 2011; Verdonck, 2017; Zigmans & Benas, 2007).

2.3.5 Externe motieven

Externe motieven voor samenwerking kunnen opgedeeld worden in vier categorieën: klant-, economie-, industrie- en milieu gerelateerde motieven (Verdonck, 2017; Verstrepen, Cools, Cruijssen, & Dullaert, 2009). De eisen van de klant stijgen, ze verwachten een hogere kwaliteit, flexibiliteit en betrouwbaarheid van de geleverde service. Samenwerkende bedrijven kunnen lagere prijzen aanbieden omdat partners door de samenwerking efficiënter kunnen werken op vlak van rittenplanning, de verdeling van orders of een efficiënter gebruik van distributiecentra. Door deze efficiëntere werking kunnen ze focussen op de kwaliteit van de diensten en kunnen ze kosten laten dalen (Verdonck, 2017; Verstrepen et al., 2009). Het tweede externe motief komt uit de

economische omgeving. Een strenge regelgeving, economische onzekerheid en hoge brandstofprijzen zijn hier voorbeelden van (Verdonck, 2017). Door samen te werken kunnen bedrijven de impact van deze factoren beperken. Het derde externe motief betreft de eigenschappen van de logistieke industrie. De hoge markt competitie en de competitieve prijszetting verlagen de winstmarge; een autonoom bedrijf kan moeilijkheden ondervinden om in deze omgeving winstgevend te zijn. Door samen te werken willen bedrijven hun efficiëntie en winstmarge laten stijgen om zo op lange termijn ook te kunnen blijven bestaan (Verdonck, 2017; Verstrepen et al., 2009). Het vierde en laatste externe motief is het milieu. Mensen zijn zich tegenwoordig meer bewust van de gevolgen van menselijke handelingen voor het milieu. Van logistieke dienstverleners wordt verwacht dat zij hun verantwoordelijkheid nemen en hun activiteiten milieuvriendelijk(er) maken. Door horizontale logistieke samenwerking kunnen logistieke dienstverleners hun externe kosten laten dalen door een vermindering in het aantal gereden kilometers en het aantal voertuigen dat gebruikt worden doordat routes efficiënter gepland kunnen worden. In de situatie van het delen van DC's kunnen externe kosten dalen door het optimaliseren van de goederenstromen. Voorbeelden van externe kosten die verminderd kunnen worden zijn congestie in het verkeer, luchtvervuiling en kosten van verkeersongevallen (Crujsssen & Salomon, 2004; van Lier, Caris, & Macharis, 2016; Verdonck, 2017).

2.3.6 Verwachte resultaten van de samenwerking

Bedrijven willen samenwerken omdat ze verwachten dat de samenwerking een positieve uitkomst zal hebben. Song en Panayides (2002) delen de verwachte resultaten op in vijf categorieën: financiële gevolgen, transportefficiëntie, strategische effecten, klanttevredenheid en operationele planning (Verdonck, 2017). Als eerste kunnen, door samen te werken, investeringen gedeeld worden, hierdoor dalen de investeringskosten en het financiële risico. Ten tweede is er door een beter gebruik van de voertuigcapaciteit een verminderde reistijd en afstand, en verbeterde transportefficiëntie door een vermindering in het aantal lege ritten (Crujsssen, 2006). De derde categorie is het positieve strategisch effect dat ontstaat door de samenwerking. Het biedt de kans om nieuwe markten te betreden en het geografische bereik uit te breiden. Als vierde kunnen bedrijven door een horizontale logistieke samenwerking voldoen aan de stijgende klantverwachtingen zoals de verwachte hoge leveringsfrequentie, een groter aanbod aan logistieke diensten en een verhoogde betrouwbaarheid. De laatste categorie is die van een verbetering in de operationele planning. Door de samenwerking kan een efficiënter transportplan opgesteld worden en kunnen resources gemakkelijker voor andere activiteiten ingezet worden. (Krajewska, Kopfer, Laporte, Ropke, & Zaccour, 2008).

HOOFDSTUK 3: HORIZONTALE LOGISTIEKE SAMENWERKING: UITDAGINGEN EN KOSTENALLOCATIEMETHODES

3.1 Uitdagingen

Logistieke bedrijven kunnen tal van voordelen halen uit samenwerkingen (Hoofdstuk 2), maar aan deze samenwerkingen zijn ook uitdagingen verbonden waar partners rekening mee moeten houden en eventueel oplossingen voor moeten zoeken. Cruijssen, Cools, et al. (2007) onderscheiden vier soorten uitdagingen voor horizontale logistieke samenwerkingen: partner selectie, bepalen en verdelen van de winsten, ongelijke onderhandelingspositie van de partners, en gebrek aan informatie en communicatie technologie (ICT). Verdonck (2017) heeft daar nog twee uitdagingen aan toegevoegd op basis van hun actuele relevantie: bepalen van de operationele scope en concurrentiewetgeving.

3.1.1 Partner selectie

Bij horizontale logistieke samenwerking is het van belang een partner te vinden met een gelijkaardige of complementaire strategische oriëntatie, een gelijkaardige management methode, organisatiecultuur en streefdoel voor de samenwerking. Dit zorgt voor een vlotte samenwerking waaruit een significante winst gehaald kan worden (Cruijssen, Cools, et al., 2007; Cruijssen, Dullaert, et al., 2007; Lambert, Emmelhainz, & Gardner, 1999; Parkhe, 1993). Logistieke bedrijven vinden het echter moeilijk de juiste bedrijven te vinden met wie ze kunnen samenwerken voor kern- of nevenactiviteiten (Cruijssen, Cools, et al., 2007). Winstgevende bedrijven ondervinden minder moeilijkheden met het vinden van een geschikte partner dan minder winstgevende bedrijven. Een verklaring hiervoor kan zijn dat winstgevende bedrijven meer te bieden hebben, bijvoorbeeld leereffecten en stabiliteit. Deze bedrijven hebben vaak ook een grotere financiële buffer om de initiële investering in tijd en geld te overbruggen (Cruijssen, Cools, et al., 2007). Het selecteren van een goede partner is cruciaal. Samenwerken met een ongeschikte partner kan nadeliger zijn voor een organisatie dan helemaal niet samenwerken (Brouthers, Brouthers, & Wilkinson, 1995). Het analyseren van de strategische en organisatorische capaciteiten van een potentiële partner vraagt veel kennis over zijn tastbare en ontastbare activa en zijn organisatorische capaciteiten (Bartlett & Ghoshal, 2000). Doordat bedrijven deze informatie meestal privé houden is het selecteren van een partner een moeilijke en soms dure taak (Verdonck, 2017). Voornamelijk de kosten van het zoeken en evalueren van de geschiktheid en betrouwbaarheid van een potentiële partner kunnen een grote hindernis zijn voor kleine en middelgrote ondernemingen (Bleeke & Ernst, 1995; Hennart, 1993; North, 1990; William, 1985). Ook het vertrouwen in een partner is belangrijk; een samenwerking beheren zonder vertrouwen is zeer moeilijk (Chalos & O'Connor, 2004). Bedrijven kunnen eventueel een derde partij aanstellen die de samenwerking kan coördineren. Logistieke bedrijven vinden het echter moeilijk om een betrouwbare derde partij te vinden die de samenwerking kan coördineren zodat alle partners

tevreden zijn. Bovendien zorgt een derde partij voor extra kosten en moeten de partners dan een deel van de controle afgeven (Cruijssen, Cools, et al., 2007).

3.1.2 Bepalen en verdelen van de winsten

Een juiste verdeling van de voordelen gecreëerd door de samenwerking tussen alle partners is essentieel om de samenwerking te laten slagen (Cruijssen, Cools, et al., 2007). Gibson et al. (2002) benadrukken dit ook; een eerlijke verdeling van de verwachte en onverwachte kosten is belangrijk. Wantrouwen over de eerlijkheid van de toegepaste allocatie regels heeft reeds vele samenwerkingsinitiatieven tussen logistieke bedrijven doen falen. Voor de partners uit een horizontale logistieke samenwerking is het moeilijk om de winsten, operationele besparingen en de eerlijke en correcte verdeling van de werkdruk op voorhand te bepalen. Op lange termijn zullen ondergewaardeerde partners gefrustreerd raken. Een correcte en goede allocatiemethode waarbij de bijdrage van elke partner gekwantificeerd is zou ervoor moeten zorgen dat bedrijven handelen naar het gemeenschappelijke doel, dit kan de stabiliteit van de samenwerking verbeteren (Cruijssen, Cools, et al., 2007; Cruijssen, Dullaert, et al., 2007; Peeta & Hernandez, 2011; Wang & Kopfer, 2011).

In paragraaf 3.2 wordt deze uitdaging meer in detail besproken en worden enkele concrete verdeeltechnieken voorgesteld.

3.1.3 Ongelijke onderhandelingspositie van de partners

De onderhandelingsmacht van een partner is afhankelijk van drie factoren: de initiële sterktes en zwaktes van het bedrijf, hoe deze sterktes en zwaktes over de tijd wijzigen en het potentieel voor een competitief conflict. Deze factoren verklaren ook of een samenwerking tot een overname kan leiden (Bleeke & Ernst, 1995). Als het een samenwerking tussen vergelijkbare bedrijven betreft, hebben zij het vaak moeilijker om zichzelf voor de klant te onderscheiden van elkaar. Indien de partners van ongelijke grootte zijn, zullen de kleinere bedrijven uit de samenwerking over de loop van de tijd hun klanten verliezen en volledig uit de markt geduwd worden. De grootste partner zal altijd de meeste voordelen hebben indien de winsten en voordelen niet op een eerlijke manier verdeeld kunnen worden (Cruijssen, Cools, et al., 2007). Het onderhandelingsproces zou altijd moeten eindigen in een win-win situatie. Samenwerkingen die ontstaan zijn door een agressieve onderhandeling en daardoor weinig meerwaarde vormen, zijn geen lang leven toebedeeld. Een positieve attitude tijdens het onderhandelingsproces heeft een positieve impact op het lange termijn succes van de samenwerking (Bleeke & Ernst, 1995; Cruijssen, Dullaert, et al., 2007).

3.1.4 Informatie en communicatie technologie (ICT)

Voor een samenwerking is normaal veel data uitwisseling nodig. Kleine en middelgrote bedrijven, die het meest actief zijn in samenwerkingen, hebben meestal de benodigde informatie en communicatie technologie niet ter beschikking, omdat dit een grote kost is voor deze bedrijven. De samenwerking moet voldoende winsten creëren om deze ICT kost te dekken en nog steeds een voordelige samenwerking te zijn. Vooral bij een horizontale logistieke samenwerking met middelmatige intensiteit kan dit tot problemen leiden, omdat in deze samenwerking ICT nodig is maar dit een grote kost is voor de partners en de samenwerking soms niet de nodige winsten

levert om deze kost te dekken. Bij een horizontale logistieke samenwerking met lage intensiteit is daarentegen vaak geen ICT nodig. Een horizontale logistieke samenwerking met hoge intensiteit genereert genoeg opbrengsten om een investering in ICT terug te kunnen betalen (Crujssens, Cools, et al., 2007).

3.1.5 Bepalen van de operationele scope

Beslissen over de operationele en praktische organisatie van de samenwerking kan een uitdagende opdracht zijn (Verstrepen et al., 2009). De samenwerkende bedrijven moeten onder andere akkoord zijn over de gezamenlijke strategie, de verdeling van de resources en de toepasbare *key performance indicators* (KPI's) (Martin, Verdonck, Caris, & Depaire, 2018). De samenwerkende bedrijven kunnen apart allemaal een andere bedrijfsstrategie hebben en dus ook andere operationele doelen nastreven. Het ontwikkelen van een centraal operationeel plan waarin de voorkeuren van de deelnemende bedrijven zijn verwerkt en samenwerkingsovereenkomsten zijn bepaald is dus een uitdagende taak waar veel onderhandeling voor nodig is (Crujssens, Cools, et al., 2007; Wang & Kopfer, 2011).

3.1.6 Concurrentiewetgeving

De Europese Commissie verbiedt alle overeenkomsten tussen ondernemingen die de competitie op de markt beperken. Dit verbod heeft niet alleen betrekking op de meest expliciete en duidelijk restrictieve overeenkomsten, zoals prijsafspraken tussen concurrenten, het verdelen van markten of het beperken van productie, maar ook op alle overeenkomsten of afspraken tussen ondernemingen die hetzelfde effect kunnen hebben. Als bedrijven te hecht samenwerken kan dit de competitie op de markt verstoren. De voordelen uit samenwerkingen waarbij heel veel partijen betrokken zouden zijn, worden dus beperkt door de Europese Commissie. (Crujssens, 2006; Verdonck, 2017).

3.2 Kostenallocatie

Kostenallocatie is het toewijzen van kosten of baten van een samenwerking aan deelnemende partners. Een correcte en goede kostenallocatie is belangrijk voor het langdurig bestaan van een samenwerking. De bijdrage van elke partner moet correct gekwantificeerd worden. Dit zet bedrijven aan te handelen naar het gemeenschappelijk doel en verhindert de vorming van sub-coalities, waarin een kleiner aantal partners van de samenwerking apart samen gaan werken. Het streven naar een gemeenschappelijk doel verbetert bovendien de stabiliteit van de samenwerking (Crujssens, Cools, et al., 2007; Crujssens, Dullaert, et al., 2007; Peeta & Hernandez, 2011; Wang & Kopfer, 2011).

Aan een goede en effectieve kostenallocatie zijn enkele voorwaarden verbonden. De kostenallocatie moet makkelijk te begrijpen en te implementeren zijn en alle partners moeten de kostenallocatie eerlijk vinden. Hun bijdragen moet correct gekwantificeerd en opgenomen worden in de kostenallocatie (Krajewska & Kopfer, 2006; Liu, Wu, & Xu, 2010). De kostenallocatie moet er

ook voor zorgen dat de juiste partners aangetrokken en behouden worden en dat tussen deze partner een vlotte communicatie en coördinatie mogelijk is (Özener & Ergun, 2008).

Bij het delen van distributiecentra worden de kosten verdeeld onder de partners. In het standaard *facility location problem* (FLP) is deze kostenverdeling niet nodig omdat de kosten onder de bediende klanten verdeeld kunnen worden. Het verdelen van de verwachte en onverwachte kosten onder de partners is een extra uitdaging voor het CCFLP (Verdonck & Beullens, 2018). Bij het bepalen van een geschikte kostenallocatiemethode moet rekening gehouden worden met de stochastische vraag die opgenomen wordt in dit onderzoek. Omdat de vraag stochastisch is, weten de partners op voorhand niet welke voordelen ze zullen hebben in de samenwerking. De partners willen alleen samenwerken indien ze gezamenlijk en individueel een grotere winst hebben dan als ze niet zouden samenwerken. Het is dan ook van belang dat de winsten na de twee beslissingsfasen van het CCFLP robust genoeg zijn zodat de samenwerking onder elk vraagscenario stabiel blijft (Verdonck & Beullens, 2018; Verdonck et al., 2013).

Verdonck (2017) geeft een literatuuroverzicht van onderzochte kostenallocatiemethodes die toepasbaar zijn op logistieke samenwerkingen. Zij onderscheidt drie types: proportionele kostenallocatie, kostenallocatie gebaseerd op speltheorie, en kostenallocatie gebaseerd op specifieke samenwerkingskenmerken. Bij proportionele kostenallocatie worden de gezamenlijk winsten gelijk verdeeld onder de partners op basis van hun individuele kosten of op basis van het volume dat zij getransporteerd hebben voor de samenwerking. Het voordeel van deze methodes is de eenvoud om ze te begrijpen, te berekenen en te implementeren. Het nadeel is dat deze methodes niet altijd leiden tot een stabiele samenwerking op lange termijn. Eén of meerdere partners kunnen de samenwerking verlaten omdat de aangerekende kosten hoger zijn dan hun individuele kosten zonder de samenwerking (Özener, 2008; Verdonck & Beullens, 2018).

Het tweede type is kostenallocatie gebaseerd op speltheorie. Partners wisselen orders of capaciteit uit en moeten hiervoor betalen of ontvangen hiervoor een vergoeding. Dit levert elke partner een kost of winst op. Deze structuur past bij de structuur van een coöperatief spel, waarbij de allocatie van de kosten of winsten van een samenwerking beschouwd kunnen worden als de uitkomst van een coöperatief spel (Houghtalen, Ergun, & Sokol, 2011; Suijs, Borm, De Waegenaere, & Tijs, 1999). Het voordeel van het gebruik van speltheorie is dat deze allocatiemethoden rekening houden met de bijdrage van de partners en de winsten uit de samenwerking verdeeld worden op basis van bepaalde "fairness" eigenschappen (Cruijssen, Cools, et al., 2007). Enkele voorbeelden van deze eigenschappen zijn dat geen enkele partner meer moet betalen dan zijn individuele kost (individuele rationaliteit), de partners nooit beter af zijn door een samenwerking aan te gaan met maar een deel van de partners (subgroep rationaliteit), de totale kosten verdeeld zijn onder alle partners (efficiëntie of groep rationaliteit) en dat partners die geen meerwaarde zijn voor de samenwerking ook geen winsten kunnen ontvangen. Individuele, subgroep en groepsrationaliteit vormen samen stabiliteit (Frisk, Göthe-Lundgren, Jörnsten, & Rönnqvist, 2010; Liu et al., 2010; Osborne, 2004; Shapley, 1971).

Een bekende kostenallocatiemethode gebaseerd op de speltheorie is de Shapley waarde (Shapley, 1953). Shapley zorgt ervoor dat iedere partner het gewogen gemiddelde krijgt van zijn bijdrage aan alle sub-coalities, veronderstellend dat de grote samenwerking partner per partner gevormd wordt. Een nadeel van deze methode is dat de oplossing niet altijd in de kern van het spel ligt en dit dus niet altijd leidt tot een stabiele samenwerking (Frisk et al., 2010; Guajardo & Rönnqvist, 2016; Krajewska et al., 2008; Liu et al., 2010). De kern van een coöperatief spel zijn alle mogelijke samenwerkingen die *budget balanced* (efficiënt) zijn en garanderen dat geen enkele partner of sub-coalitie die de samenwerking verlaat beter af is dan in de grote samenwerking. *Budget balanced* betekent dat geen enkele logistieke dienstverlener een hogere allocatie kost wil hebben dan zijn kost indien hij individueel werkt. De kern van het spel kan voor sommige methodes ook leeg zijn, dit wil zeggen dat er geen enkele stabiele samenwerking gevormd kan worden (Gillies, 1959; Shapley, 1952). Het voordeel van de Shapley methode is dat de kostenallocatie makkelijk te berekenen is, de methode is dus gebruiksvriendelijk. De kost of winst toegekend aan partner i is y_i . N is de grote samenwerking en S is de verzameling van samenwerkingen tussen een deel van de partners van de grote samenwerking. $|S|$ is het aantal partners in de beschouwde samenwerking en $c(\cdot)$ is de kost van deze samenwerking. Shapley berekent y_i dan als volgt:

$$y_i = \sum_{s \subset N: i \in s} \frac{(|S| - 1)! (|N| - |S|)!}{|N|!} [c(s) - c(S \setminus \{i\})]$$

Het derde type kostenallocatiemethoden zijn technieken gebaseerd op specifieke samenwerkings-eigenschappen. Sommige methodes zijn wiskundig zeer ingewikkeld en moeilijk uit te voeren in de praktijk. De kostenallocatiemethodes van dit derde type zijn meer intuïtief en transparant. Elke methode focust op een bepaalde eigenschap. Zo zijn er technieken die rekening houden met deelbare en niet-deelbare kosten, met de marktpositie van bedrijven of extra samenwerkingskosten zoals investeringen in ICT. Een methode gebaseerd op deelbare en niet-deelbare samenwerkingskosten is de *alternative cost avoided method* (ACAM). Eerst worden de deelbare kosten aan de partners toegekend. Dit is de marginale kost ($m_i = c(N) - c(N \setminus \{i\})$) van partner i , ofwel de stijging in totale samenwerkingskosten wanneer deze partner bij de samenwerking komt. Daarna worden de niet-deelbare kosten verdeeld. Deze worden verdeeld op basis van een specifiek gewicht dat rekening houdt met de individuele bijdrage van een partner. Deze bijdrage is gekwantificeerd door te kijken naar hun bijdrage aan de totale extra kosten ($c(N) - \sum_{j=1}^n m_j$). Waarbij hun bijdrage de verhouding is van het verschil tussen de individuele en marginale kosten van een partner ($c(\{i\}) - m_i$) en de som van dit verschil van alle partners samen ($\sum_{j=1}^n [c(\{j\}) - m_j]$). Op deze manier houdt de kostenallocatiemethode rekening met de impact die de verschillende samenwerkende bedrijven hebben op de totale logistieke kosten. Een nadeel van de ACAM is dat de allocatie soms niet in de kern ligt en dus niet altijd een stabiele samenwerking oplevert. Voordelen van ACAM zijn de gebruiksvriendelijkheid en het feit dat het makkelijk te

begrijpen is en rekening houdt met de bijdrage van de partners (Tijs & Driessen, 1986). ACAM wijst de volgende waarde y_i toe aan partner i :

$$y_i = m_i + \frac{c(\{i\}) - m_i}{\sum_{j=1}^n [c(\{j\}) - m_j]} \cdot (c(N) - \sum_{j=1}^n m_j)$$

HOOFDSTUK 4: COOPERATIVE CARRIER FACILITY

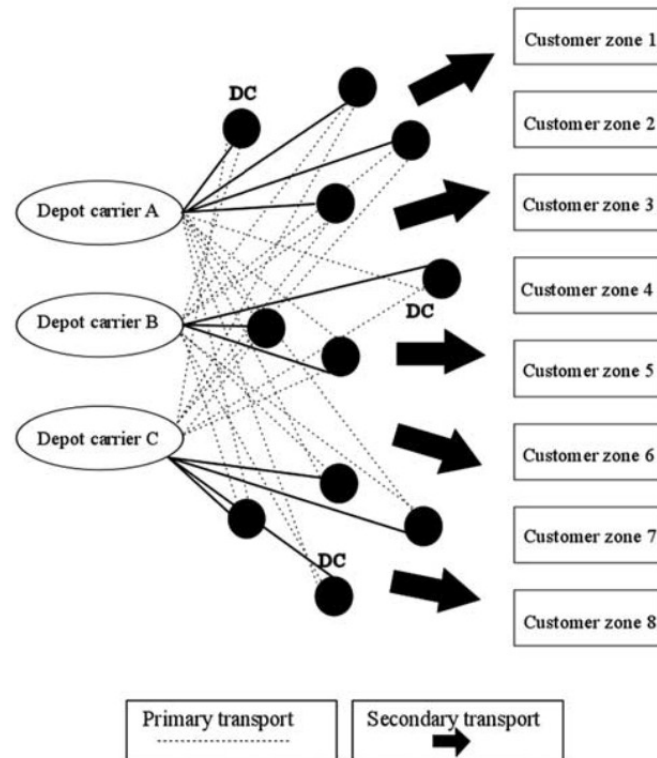
LOCATION PROBLEM

Het doel van deze masterproef is om inzicht te verschaffen in het effect van onzekerheid in de klantenvraag op de voordelen van horizontale logistieke samenwerking en de verdeling ervan. Hiertoe wordt in dit onderzoek gefocust op het *cooperative carrier facility location problem* (CCFLP). In dit hoofdstuk wordt het CCFLP besproken. Eerst wordt het deterministisch CCFLP aangehaald om de inhoud, structuur en het doel van het model duidelijk te maken. Omdat het onrealistisch is om aan te nemen dat alle parameters uit het model op lange termijn constant blijven, wordt in het tweede deel een stochastisch CCFLP opgesteld waarbij de marktvraag variabel is. De modellen zijn opgesteld door Verdonck et al. (2016) en Verdonck en Beullens (2018).

4.1 Deterministisch CCFLP

Door DC's te delen kunnen logistieke bedrijven het aantal geopende DC's en hun logistieke stromen optimaliseren. Hierdoor worden kosten gereduceerd en de efficiëntie van de distributie verbeterd. Voor logistieke dienstverleners is dit een interessante methode om competitief te blijven in de markt, hun marktpositie te verbeteren en winstmarges te verhogen. Deze methode waarbij DC's gedeeld worden kan geclassificeerd worden als een *cooperative carrier facility location problem* (CCFLP) ontwikkeld door Verdonck et al. (2016). In dit *facility location problem* werken meerdere bedrijven samen, is de capaciteit van DC's beperkt, wordt transport uitgevoerd in twee fasen, en mag de vraag in een klantzone voor een bepaald producttype geleverd worden vanuit meer dan één DC.

Het supply netwerk van dit probleem bestaat uit verschillende logistieke dienstverleners die goederen leveren aan diverse klantzones (figuur 1). Deze activiteit gebeurt in twee fasen. In de eerste fase worden goederen van het centraal depot van de logistieke dienstverlener naar een DC gebracht, in de tweede fase worden deze goederen vervoerd van het DC naar de klantzone. De locatie van de centrale depots van de logistieke dienstverleners, de DC's en de klantzones zijn bekend, net zoals de variabele en vaste kosten. De variabele kosten van het transport bestaan uit primaire en secundaire kosten. Deze kosten zijn respectievelijk verbonden aan de eerste en tweede fase van het transport en zijn lineair aan het aantal eenheden dat getransporteerd wordt. Operationele variabele kosten gemaakt in het DC of in de klantzone worden respectievelijk bij de variabele kosten van de eerste en tweede fase opgeteld. De vaste kosten zijn de kosten verbonden aan het operationeel houden van een DC en de bezorgingskosten voor elke klantzones. Elk DC heeft zijn eigen constante maximum capaciteit. Een DC kan beleverd worden door meerdere logistieke dienstverleners, en vanuit elk DC kunnen producteenheden naar verschillende klantzones getransporteerd worden. Omdat in het model van Verdonck et al. (2016) geen rekening gehouden wordt met de stochastische vraag is een deterministische vraag van elke klantzone opgenomen.



Figuur 1: Supply netwerk CCFLP (Verdonck et al., 2016)

Voor het wiskundig CCFLP model wordt gebruik gemaakt van de volgende notatie:

Data:

- I Verzameling van logistieke dienstverleners, index i
- J Verzameling van distributiecentra, index j
- K Verzameling van klantzones, index k
- c_{ijk} Vervoerskosten van één product eenheid van logistieke dienstverlener i naar klantzone k via DC j
- F_j Vaste kosten van het operationele DC j
- D_{ik} Vraag van klantzone k naar de producten van logistieke dienstverlener i
- T_j Capaciteit van DC j
- g_{ij} Is 1 indien het DC j van logistieke dienstverlener i is, anders 0
- w_i Is 1 indien logistieke dienstverlener i deelneemt aan de samenwerking, anders 0

Beslissingsvariabelen:

- z_{ijk} Totaal aantal eenheden dat van logistieke dienstverlener i naar klantzone k gebracht wordt via DC j
- y_i Is 1 indien DC j operationeel is, anders 0

Het wiskundig CCFLP model is een *mixed integer linear problem*:

$$\text{Min } Z = \sum_{j \in J} F_j y_j + \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} c_{ijk} z_{ijk} \quad (1)$$

Subject to

$$\sum_{j \in J} z_{ijk} \geq D_{ik} w_i \quad \forall k \in K, \forall i \in I \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} z_{ijk} \leq T_j y_j \quad \forall j \in J \quad (3)$$

$$y_i \leq w_i + 1 - g_{ij} \quad \forall j \in J, \forall i \in I \quad (4)$$

$$y_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \quad (5)$$

$$z_{ijk} \geq 0 \quad \forall k \in K, \forall i \in I, \forall j \in J \quad (6)$$

Het doel van het CCFLP is de vaste, primaire en secundaire kosten van de samenwerking te minimaliseren. Hiervoor worden drie beslissingen genomen:

- Welke samenwerking wordt gevormd en welke partners zitten in deze samenwerking?
- Welke distributiecentra worden geopend?
- Hoe verlopen de logistieke stromen?

In de doelfunctie (1) worden de operationele kosten geminimaliseerd. Dit is de som van de vaste kosten om een DC te openen en de variabele kosten om een product van het centraal depot van een logistieke dienstverlener i naar klantzone k te sturen via DC j . In beperking (2) wordt bepaald dat de vraag van alle klantzones moet voldaan zijn. Het aantal eenheden dat door een DC komt mag de capaciteit van dit DC niet overschrijden, dit is terug te vinden in beperking (3). Beperking (4) verzekert dat een DC enkel gebruikt kan worden indien de logistieke dienstverlener van wie het DC is deel neemt aan de samenwerking. Beperking (5) bepaalt dat y_i een binaire variabele is en beperking (6) stelt dat z_{ijk} niet negatief mag zijn.

Elke logistieke dienstverlener in het CCFLP start met een set van DC's waarvan het aantal en de locatie al optimaal is. Startende met deze DC's wordt bekeken welke kostenbesparingen mogelijk zijn door samen te werken. Een kostenbesparing kan ontstaan door een overbodig DC te sluiten en/of door betere transportroutes te gebruiken. In dit probleem zal eerder een klein aantal partners samenwerken omwille van de nodige verenigbaarheid tussen de functies van de DC's, de grote complexiteit in het managen van de relaties tussen de partners en de moeilijkheden op vlak van de kostenallocatie uitdaging.

In Verdonck et al. (2016) wordt de deterministische setting van het CCFLP onderzocht, meer specifiek de kostenbesparing door samenwerking en de kostenallocatie met verschillende allocatiemethodes. Verdonck et al. (2016) stellen experimenten op waarin het effect van vier factoren wordt onderzocht: de vaste DC kost, het aantal klantzones, het aantal partners in de coalitie en de mate van ongelijkheid tussen de partners. De laatste factor wordt gemeten op basis van het aantal DC's dat een partner bezit en de klantenvraag van deze partner.

In het onderzoek van Verdonck et al. (2016) levert de samenwerking in het algemeen een gemiddelde kostenbesparing op van 9,1%. Hogere vaste DC kosten leiden tot een beperkt hogere kostenbesparing (gemiddeld 0,53%) in vergelijking met samenwerkingen waarbij vaste DC kosten lager zijn. Het aantal klantzones heeft ook een positieve invloed (gemiddeld 1,58%) op de kostenbesparing door samenwerking. Het aantal partners in de samenwerking heeft dan weer een negatieve invloed op de besparingen: een samenwerking met twee partners heeft een kostenbesparing die 4,73% hoger ligt dan een samenwerking met drie partners. Bovendien zijn deze partners best niet gelijk op vlak van DC eigendom en klantenvraag. Bij ongelijke partners is de kostenbesparing gemiddeld 5,92% hoger dan bij gelijke partners. Een nadeel bij ongelijke partners is echter de extra uitdaging bij het eerlijk toepassen van een kostenallocatiemethode. Ten slotte heeft het delen van DC's niet enkel invloed op de totale logistieke kosten maar ook op de transport efficiëntie door een betere planning van de logistieke stromen (Verdonck et al., 2016).

Een correcte allocatie van de logistieke kosten tussen de partners is belangrijk voor de duurzaamheid van de samenwerking op lange termijn. Verdonck et al. (2016) onderzoeken drie kostenallocatiemethodes: de Shapley waarde, ACAM en de *equal profit method* (EPM). Veertien van de zestien experimenten leiden tot een stabiele samenwerking, deze stabiliteit is bovendien niet afhankelijk van de kostenallocatiemethode. In de meeste gevallen zijn de resultaten van de kostenallocatiemethodes hetzelfde, het maximale verschil is 5,32%. Het grootste verschil is merkbaar bij samenwerkingen met drie ongelijke partners. In een samenwerking met twee partners is geen verschil merkbaar tussen de kostenallocatiemethodes bij ongelijke of gelijke partners (Verdonck et al., 2016).

4.2 Stochastisch CCFLP

In de realiteit is de vraag van de klant niet deterministisch maar stochastisch, dit betekent dat de vraag van de klant verandert door bijvoorbeeld fluctuaties in prijzen of seizoenseffecten. Om het CCFLP meer bij de realiteit te laten aansluiten en om te bepalen of samenwerken ook op lange termijn voordelig is, wordt het model uitgebreid naar een stochastisch CCFLP. Verdonck en Beullens (2018) geven de onzekere vraag weer door een eindige verzameling van random vraagscenario's. Op basis van hun model uit 2016 hebben zij in 2018 een uitgebreider model opgesteld waarbij er rekening wordt gehouden met een stochastische vraag. In hoofdstuk 5 wordt verder ingegaan op de stochastische vraag en de vraagscenario's.

Het CCFLP met een onzekere vraag is een stochastisch programmeringsprobleem bestaande uit twee beslissingsfases. In de eerste fase, de *ex ante* fase, wordt bepaald welke logistieke dienstverleners in de samenwerking meedoen en welke DC's geopend worden, hierdoor is dus ook bepaald op welke plaatsen deze DC's geopend worden. In de tweede fase, de *ex post* fase, wordt bepaald hoeveel eenheden vervoerd worden van het centraal depot van de logistieke dienstverlener naar de klantzone via een DC (productdistributie).

Het stochastisch CCFLP kan met behulp van de volgende notatie geformuleerd worden:

Data:

I	Verzameling van logistieke dienstverleners, index i
J	Verzameling van distributiecentra, index j
K	Verzameling van klantzones, index k
Ω	Eindige verzameling van random vraagscenario's, index ω
E	Verwachtingswaarde van de random scenario's
c_{ijk}	Vervoerskosten van één product eenheid van logistieke dienstverlener i naar klantzone k via DC j
F_j	Vaste kosten van het operationele DC j
$D_{ik}(\omega)$	Vraag van klantzone k naar de producten van logistieke dienstverlener i in het vraagscenario ω
T_j	Capaciteit van DC j
g_{ij}	Is 1 indien het DC j van logistieke dienstverlener i is, anders 0
w_i	Is 1 indien logistieke dienstverlener i deelneemt aan de samenwerking, anders 0

Beslissingsvariabelen:

$z_{ijk}(\omega)$	Totaal aantal eenheden dat van logistieke dienstverlener i naar klantzone k gebracht wordt via DC j in het vraagscenario ω
y_i	Is 1 indien DC j operationeel is, anders 0

Wiskundig model:

$$\text{Min } Z = \sum_{j \in J} F_j y_j + E \left[\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} c_{ijk} z_{ijk}(\omega) \right] \quad (1)$$

Subject to

$$\sum_{j \in J} z_{ijk}(\omega) \geq D_{ik}(\omega) w_i \quad \forall k \in K, \forall i \in I, \forall \omega \in \Omega \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} z_{ijk}(\omega) \leq T_j y_j \quad \forall j \in J, \forall \omega \in \Omega \quad (3)$$

$$y_i \leq w_i + 1 - g_{ij} \quad \forall j \in J, \forall i \in I \quad (4)$$

$$y_i \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (5)$$

$$z_{ijk}(\omega) \geq 0 \quad \forall k \in K, \forall i \in I, \forall j \in J, \forall \omega \in \Omega \quad (6)$$

In de doelfunctie (1) worden de operationele kosten geminimaliseerd. Dit is de som van de vaste kosten ($\sum_{j \in J} F_j y_j$) om een DC te openen en de variabele kosten ($E \left[\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} c_{ijk} z_{ijk}(\omega) \right]$) om een product van het centraal depot van logistieke dienstverlener i naar klantzone k te sturen via DC j . De vaste kosten worden in fase één gemaakt en de variabele kosten in fase twee. Van de random vraagscenario's wordt de verwachte waarde genomen, dit is een gewogen gemiddelde van al de mogelijke scenario's ($\omega \in \Omega$) en hun waarschijnlijkheid. In beperking (2) wordt bepaald dat het aantal geleverde producten aan de vraag van klantzone k voldoet, gegeven de random vraag $\omega \in \Omega$. Het aantal eenheden dat door een DC komt mag de capaciteit van dit DC niet overschrijden, dit is terug te vinden in beperking (3). Beperking (4) verzekert dat een DC enkel gebruikt kan worden indien de logistieke dienstverlener van wie het DC is deelneemt aan de

samenwerking. Beperking (5) bepaalt dat y_i een binaire variabele is en beperking (6) stelt dat z_{ijk} niet negatief mag zijn.

HOOFDSTUK 5: STOCHASTISCHE PARAMETER - DE VRAAG

Voor het bepalen van de optimale oplossing van een samenwerkingsprobleem moet rekening gehouden worden met verschillende parameters zoals de vraag, kosten en reistijden. In bestaand onderzoek wordt er grotendeels van uitgegaan dat de parameters die een invloed hebben op het resultaat van een samenwerking deterministisch zijn. Dit is onder andere ook het geval in eerder onderzoek rond het delen van distributiecentra uitgevoerd door Verdonck et al. (2016). Deze assumptie strookt niet met de realiteit waarin parameters continu veranderen. In de praktijkstudie zal daarom het effect van een stochastische vraag onderzocht worden op de resultaten en de kostenverdeling van horizontale samenwerking. Om een stochastische vraag op te nemen in het onderzoek worden scenario's opgesteld. In dit geval zal de vraagonzekerheid vertaald worden in een eindige verzameling van discrete vraagscenario's die in een scenarioboorn gezet worden (Verdonck & Beullens, 2018). Dit is een voorstelling van de stochastische parameter via een discrete verdeling met een beperkt aantal uitkomsten. Er wordt verondersteld dat de random vraag die deze scenario's vertegenwoordigen statistisch afhankelijk zijn van elkaar. Dit sluit aan bij de realiteit waar de vraag gecorreleerd kan zijn over verschillende geografische regio's, tijdsperiodes of samenwerkende partners (Snyder, 2006). Een voorwaarde voor bedrijven om in een samenwerking te stappen is dat de samenwerking een positieve netto actuele waarde heeft. Elke partner wil dus voordelen hebben bij eender welk vraagscenario, daarom moeten de voordelen van horizontale samenwerking voldoende robuust zijn (Verdonck & Beullens, 2018).

Het opstellen van een scenarioboorn kan via verschillende scenario generatiemethoden. De juiste methode kiezen is belangrijk want de kwaliteit van de scenarioboorn bepaalt de kwaliteit van de beslissing die uiteindelijk gemaakt wordt. De scenarioboorn moet tot een correcte beslissing leiden en de vraagscenario's moeten een goede weergave zijn van de werkelijkheid. De scenario generatiemethode moet daarom aan bepaalde voorwaarden voldoen. De eerste voorwaarde is stabiliteit. De stabiliteit wordt opgedeeld in *in-sample stability* en *out-of-sample stability*. *In-sample stability* betekent dat als met dezelfde scenario generatiemethode en dezelfde input een scenarioboorn verschillende keren opnieuw gegenereerd wordt de uitkomst van de doelfunctie altijd hetzelfde moet zijn. De uitkomst van de doelfunctie mag bovendien niet afhankelijk zijn van welke scenarioboorn wordt gekozen; de werkelijke waarde van de oplossing moet stabiel zijn, dit is *out-of-sample stability*. De tweede voorwaarde is dat er geen vertekening mag zijn. Dit betekent dat de geschatte waarde en de werkelijke waarde van de doelfunctie hetzelfde moeten zijn; de scenarioboorn mag geen bias introduceren, in vergelijking met de werkelijke oplossing. Deze voorwaarden testen is vaak een uitdaging en in veel gevallen niet mogelijk omdat de werkelijke waarde van de doelfunctie niet gekend is (Kaut & Wallace, 2003).

In deze masterproef wordt de onzekere vraag voorgesteld met een Gauss functie. Het voordeel van deze methode is dat ze eenvoudig te begrijpen en toe te passen is. De vraag is normaal verdeeld met gemiddelde μ_D en standaard deviatie σ_D . De kansdichtheid wordt als volgt weergegeven:

$$f_D(P_d) = \frac{1}{\sigma_D \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{P_d - \mu_D}{\sigma_D} \right)^2} dP_D$$

Het volledige interval van de vraag wordt opgedeeld in gelijke delen. Voor elk deelinterval wordt de gemiddelde vraag P_{D_d} en de kans π_d dat dit vraagscenario voorkomt berekend. $P_{D_d}^{max}$ en $P_{D_d}^{min}$ zijn de grenzen van interval d of anders gezegd van vraagscenario d .

$$\pi_d = \int_{P_{D_d}^{min}}^{P_{D_d}^{max}} f_D(P_d) dP_D$$

$$P_{D_d} = \frac{1}{\pi_d} \int_{P_{D_d}^{min}}^{P_{D_d}^{max}} P_d \cdot f_D(P_d) dP_D$$

(Braekers, 2016; Mohseni-Bonab, Rabiee, & Mohammadi-Ivatloo, 2016)

Een andere veelgebruikte techniek om een stochastische parameter reëel voor te stellen en stochastische optimalisatie problemen op te lossen is de *sample average approximation* (SAA). Deze methode is gebaseerd op de Monte Carlo simulatie techniek waarbij meerdere simulaties van een proces worden uitgevoerd om zo een verdelingsfunctie op te stellen die de mogelijke uitkomsten weergeeft. In de SAA methode wordt eerst voor verschillende steekproeven met dezelfde verdeling een gemiddelde schatting per steekproef berekend. Van al deze schattingen wordt dan het gemiddelde genomen en met dit resultaat wordt dan de doelfunctie opgelost met deterministische optimalisatie technieken (Kim, Pasupathy, & Henderson, 2015; Verweij, Ahmed, Kleywegt, Nemhauser, & Shapiro, 2003).

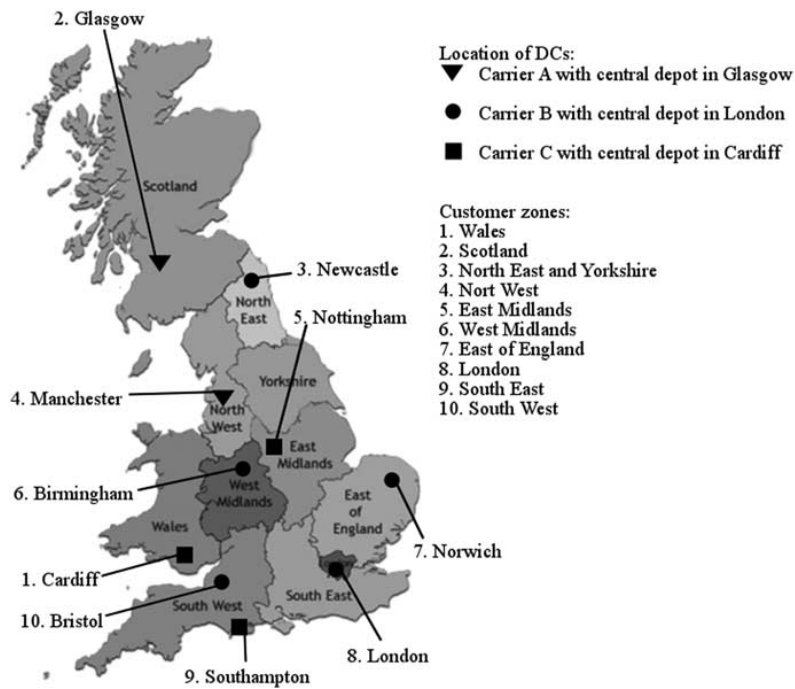
Hoe meer steekproeven gebruikt worden, hoe beter de schatting van de stochastische parameter is. Dit wil zeggen dat de schatting de werkelijkheid dan goed weergeeft. Een nadeel van deze methode is dat de benodigde hoeveelheid steekproeven die nodig is om een correcte weergave te geven van de realiteit groot kan zijn. Ook kan een kleine verandering in de steekproeven zorgen voor een ander resultaat (Kim, Pasupathy, & Henderson, 2015). In dit onderzoek wordt de SAA methode niet gekozen omdat ze complexer is om te begrijpen en toe te passen en het gebruik van een complexere methode bovendien niet significant bijdraagt aan het antwoord op de centrale onderzoeksvraag.

HOOFDSTUK 6: PRAKTIJKSTUDIE

In deze praktijkstudie wordt de onderzoeksvraag van deze thesis onderzocht aan de hand van een case study. Eerst wordt deze case study en het onderzoeksopzet besproken in 6.1 en 6.2. Daarna worden acht hypothesen opgesteld in 6.3. Deze hypothesen worden getest en uiteindelijk beantwoord in 6.6. De resultaten van het effect van een stochastische vraag op de samenwerkingskosten en -baten kunnen teruggevonden worden in deel 6.4 en het effect op de kostenallocatie in deel 6.5.

6.1 Case study

In de praktijkstudie wordt de data van de case study beschreven in Verdonck et al. (2016) gebruikt. In deze case study is een artificiële samenwerking gecreëerd op basis van een werkelijke logistieke setting in het Verenigd Koninkrijk. De samenwerking bestaat uit drie logistieke dienstverleners A, B en C met hun centraal depot respectievelijk in Schotland, Londen en Wales. Alle drie distribueren ze producten in twee fases. De producten van de partners zijn compatibele producten waarvoor hetzelfde type DC nodig is. In totaal zijn er tien klantzones en tien DC's waarvan twee beheerd worden door logistieke dienstverlener A, vijf door B en drie door C (figuur 2). De vraag naar producten is in dezelfde verhoudingen verdeeld tussen de partners (20%, 50%, 30%). In deze case zijn de locatie van de tien DC's, de vaste kosten, de primaire en secundaire kosten, en de maximum capaciteit van de DC's gegeven. De variabele operationele en transportkosten worden opgeteld, er wordt dus geen onderscheid gemaakt tussen deze twee. De waarde van de kosten zijn fictief maar wel gebaseerd op de werkelijke logistieke setting zoals reisafstanden op het wegennetwerk van het Verenigd Koninkrijk, brandstofkosten, personeelskosten en de gemiddelde snelheid rekening houdend met de snelheidswetgeving. Voor een realistische weergave van de vraag worden vraagscenario's opgesteld met de methode die in hoofdstuk 5 besproken wordt.



Figuur 2: Geografische locaties van centrale depots, DC's en klantenzones voor partner A, B en C (Verdonck et al., 2016)

6.2 Onderzoeksoepzet

In deze praktijkstudie wordt de vraag voorgesteld aan de hand van vijftien vraagscenario's. Deze zijn een combinatie van vijf totale vraagscenario's en drie vraagfractie scenario's. De totale vraag is de vraag van alle klantenzones voor alle partners en de vraagfractie is de verdeling van de vraag over de klantenzones. Er wordt verondersteld dat deze verdeling over de klantenzones hetzelfde is voor elke partner, aangezien ze gelijkaardige producten transporteren. Voor het opstellen van de vraagscenario's gebruiken we methodes die de werkelijkheid zo goed mogelijk weergeven. Het aantal vraagscenario's maken we niet te uitgebreid zodat het probleem met een beperkte reken capaciteit opgelost kan worden en resultaten eenduidig kunnen geïnterpreteerd worden.

De scenario's van de totale vraag zijn berekend aan de hand van de Gauss verdeling, deze methode wordt besproken in hoofdstuk 5. Deze methodiek wordt voornamelijk gekozen omdat hij eenvoudig is om te berekenen en te begrijpen. Eerst wordt een betrouwbaarheidsinterval opgesteld voor de waardes van de totale vraag: in de oorspronkelijke case study van Verdonck et al. (2016) is het gemiddelde μ_D van de totale vraag 1.650.964 eenheden en de standaard afwijking σ_D 150.000. Bij het opstellen van dit betrouwbaarheidsinterval wordt rekening gehouden met de maximum DC capaciteit van de partners (187.000), zodat in het verdere onderzoek altijd een toegelaten oplossing te bepalen is voor het CCFLP. Door het opleggen van deze bovengrens is de kans dat de totale vraag binnen het interval valt van 0,9978 naar 0,9270 gedaald. De kans dat de werkelijke vraag buiten het opgestelde interval valt bestaat. De vraag is dan groter dan de capaciteit van de partners. Dit zorgt voor een beperking in het onderzoek. Het opgestelde

betrouwbaarheidsinterval wordt opgedeeld in vijf deelintervallen. Voor elk van deze intervallen wordt de gemiddelde vraag P_{D_d} en de kans π_d dat dit vraagscenario voorkomt berekend (Tabel 1). Deze methode voor het opstellen van totale vraagscenario's voldoet aan de *in-sample stability* voorwaarde besproken in hoofdstuk 5. Echter kan niet gecontroleerd worden of deze methode aan de *out-of-sample stability* voorwaarde voldoet en geen vertekening oplevert. Het is dus mogelijk dat een bias geïntroduceerd wordt in vergelijking met de werkelijke oplossing. Toch is deze methode volgens ons geschikt om de onderzoeksvraag te beantwoorden.

Totale vraagscenario	Totale vraag P_{D_d}	Kans π_d
1	1.280.029	0,0136
2	1.408.885	0,0875
3	1.536.816	0,2575
4	1.664.246	0,3495
5	1.791.737	0,2189

Tabel 1: Totale vraagscenario's

De scenario's voor de vraagfracties worden random geselecteerd. Eerst worden 10.000 random verdelingen tussen tien klantzones (C1,...,C10) gemaakt gebaseerd op de normaal verdeling met een gemiddelde van 0,1 en een standaard afwijking van 0,0283. Deze parameters zijn opnieuw gebaseerd op de data van Verdonck et al. (2016). Uit deze verdelingen worden vervolgens random drie scenario's geselecteerd (Tabel 2).

Vraagfractie scenario	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
1	4%	11%	11%	12%	10%	7%	10%	9%	7%	20%
2	9%	9%	11%	11%	11%	12%	10%	10%	10%	7%
3	8%	11%	8%	9%	4%	11%	9%	11%	14%	14%

Tabel 2: Vraagfractie scenario's

In Tabel 3 kan de verdeling van totale vraagscenario's en vraagfracties over de vraagscenario's teruggevonden worden.

Vraagscenario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Vraagfractie	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Totale vraagscenario	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Tabel 3: Vraagscenario's

Omdat in dit onderzoek een specifieke case wordt gebruikt kunnen we enkel conclusies trekken voor deze setting. De resultaten van dit onderzoek kunnen wel vergeleken worden met de uitkomsten van het onderzoek met een deterministisch CCFLP van Verdonck et al. (2016) die in hoofdstuk 4 besproken zijn. Uit dit onderzoek is gebleken dat de kostenbesparing in een horizontale logistieke samenwerking met ongelijke partners groter is dan bij gelijke partners. Daarom zal in dit onderzoek de vraag ongelijk verdeeld worden over de partners volgens een 20-30-50 verhouding. In dit onderzoek worden drie partners gebruikt ondanks dat volgens Verdonck

et al. (2016) hierbij een kleinere besparing is dan bij twee partners. Bij de kostenallocatie is een verschil merkbaar in de allocatiewaardes tussen de gelijke en ongelijke partners in de drie-partner samenwerking en niet in een samenwerking met twee partners. Bovendien zorgt de analyse met drie partners voor meer mogelijkheden bij de studie naar vraagsensitiviteit.

Voor het bepalen van de minimale kosten van het CCFLP onder de verschillende vraagscenario's wordt het optimalisatieprogramma 'LINGO' gebruikt.

Voor het verdelen van de kosten onder de partners worden twee kostenallocatiemethodes gebruikt: de Shapley waarde en de ACAM. Ten eerste worden deze methodes gekozen omdat ze eenvoudig te interpreteren en te berekenen zijn. De ACAM is een techniek gebaseerd op specifieke samenwerkingseigenschappen en de Shapley waarde is gebaseerd op speltheorie. Op deze manier worden dus ook twee methodes uit verschillende allocatiecategorïen vergeleken. Ten tweede houdt de ACAM ook rekening met de individuele bijdrage van elke partner aan de samenwerking, dit is een positieve eigenschap. In hoofdstuk 3 worden de Shapley waarde en ACAM uitgebreid uitgelegd.

6.3 Hypotheses

De praktijkstudie heeft twee doeleinden. Ten eerste wordt onderzocht hoe gevoelig het besparingsniveau van horizontale samenwerking is aan variaties in de klantenvraag van de betrokken partners. Als tweede wordt de impact van een stochastische vraag op de kostenallocatie uitdaging beschouwd, meer specifiek wanneer de Shapley en de ACAM methode worden toegepast. Dit wordt onderzocht door het aantal geopende DC's, de totale kosten van de samenwerking en de individuele kosten van de partners te bekijken en het effect van de verschillende totale vraagscenario's en vraagfracties op deze factoren te onderzoeken.

Horizontaal samenwerken leidt tot de creatie van synergievoordelen. Zoals eerder uitgelegd zijn dit bovennormale winsten die enkel behaald kunnen worden door de gezamenlijke bijdrage van de specifieke partners (Dyer & Singh, 1998). Logistieke dienstverleners werken samen indien dit zowel collectieve als individuele voordelen oplevert. In het onderzoek van Verdonck et al. (2016) wordt een gemiddelde collectieve besparing van 9,1% gevonden voor het CCFLP. Ook in deze praktijkstudie, waarin een stochastische vraag is opgenomen, wordt verwacht dat het delen van DC's zorgt voor een kostenbesparing. De eerste hypothese luidt dus als volgt:

Hypothese 1: Het delen van DC's zorgt voor een daling in de kosten voor alle partners, ongeacht het stochastisch karakter van de vraag.

In het CCFLP wordt eerst het optimaal aantal operationele DC's bepaald en daarna de logistieke goederenstromen van en naar deze DC's. Zo heeft een samenwerking niet enkel invloed op het kostenniveau maar ook op de operationele werking van de partners. In deze context bestudeert de praktijkstudie de volgende hypothese:

Hypothese 2: Indien partners een samenwerking aangaan waarbij ze hun DC's delen zal het totaal aantal DC's dalen, ongeacht het stochastisch karakter van de vraag.

In Verdonck et al. (2016) wordt verondersteld dat de vraag een deterministische probleemparemeter is, maar dit sluit niet aan bij de realiteit. In de praktijkstudie wordt dan ook aan de hand van de volgende hypothese onderzocht of de kostenresultaten beïnvloed worden door het stochastisch vraagkarakter:

Hypothese 3: Het stochastische karakter van de vraag heeft een invloed op de coöperatieve kostenbesparing.

Elke partner heeft een specifieke vraag voor zijn producten vanuit de verschillende klantzones. De vraag is verdeeld over de verschillende klantzones op basis van vraagfracties. Met behulp van de vierde hypothese wordt onderzocht of de verdeling van de vraagfracties een invloed heeft op de mogelijke kostenbesparing:

Hypothese 4: De verdeling van de vraagfracties heeft een effect op het kostenniveau van de samenwerking.

In een samenwerking moeten alle kosten rechtvaardig en eerlijk verdeeld worden tussen de partners. Een correcte allocatiemethode is zeer belangrijk voor de duurzaamheid van een samenwerking op lange termijn. In het onderzoek van Verdonck et al. (2016) is gebleken dat de gebruikte allocatiemethode niet leidt tot significant verschillende kostenbesparingen van de partners. De grootste verschillen in allocatiewaarden waren merkbaar in een samenwerking met drie ongelijke partners. De vijfde hypothese luidt dus als volgt:

Hypothese 5: De kostenverdeling over de partners is bij beide allocatiemethoden gelijk, ongeacht het stochastisch karakter van de vraag.

Uit de literatuurstudie blijkt dat de Shapley waarde en ACAM niet altijd tot een stabiele oplossing leiden, waardoor op lange termijn geen duurzame samenwerking kan gegarandeerd worden. De praktijkstudie onderzoekt deze vaststelling voor het stochastisch CCFLP aan de hand van de volgende hypothese:

Hypothese 6: De Shapley waarde en ACAM allocatiemethode leiden niet altijd tot een stabiele samenwerking, ook wanneer de vraag een stochastisch karakter heeft.

De samenwerkende partners willen zekerheid over de verdeling van de kosten en willen dat hun bijdrage correct gekwantificeerd wordt. De verdeling van de kosten tussen de partners kan mogelijk door de vraag of de verdeling van de vraagfracties beïnvloed worden. Dit is niet gewenst aangezien dit een extra onzekerheid met zich meebrengt voor de partners. Het effect van de vraag en de verdeling van de vraagfracties op de kostenallocatie wordt onderzocht met behulp van de laatste twee hypothesen:

Hypothese 7: Het resultaat van de toegepaste kostenallocatiemethoden is niet afhankelijk van het totale vraagscenario.

Hypothese 8: Het resultaat van de toegepaste kostenallocatiemethoden is niet afhankelijk van de verdeling van de vraagfracties.

In sectie 6.4 zullen Hypotheses 1 tot en met 4 geanalyseerd worden, sectie 6.5 behandelt de allocatie gerelateerde Hypothesen 5 tot en met 8. Ten slotte zal sectie 6.6 samenvattend een antwoord formuleren op alle voorgestelde hypothesen en zo enkele conclusies trekken met betrekking tot de impact van een stochastisch vraagkarakter op de besparingen en allocatiewaarden van het CCFLP.

6.4 Het effect van een stochastische vraag op de samenwerkingskosten en -baten

In het CCFLP delen partners DC's met als doel hun kosten te minimaliseren. Voor het analyseren van de stochastische samenwerkingsresultaten wordt voor elk vraagscenario de minimale kost bepaald. Deze kost wordt geminimaliseerd door simultaan het aantal open DC's te beperken en de logistieke stromen zo optimaal mogelijk te organiseren. Het betreft hier goederenstromen van het centraal depot van de partner naar de DC's en van deze DC's naar de klantzones (Verdonck et al., 2016). De besparing door de samenwerking is het verschil tussen de kosten die resulteren uit de samenwerking en de som van de standalone kosten van alle partners ($\sum_{i \in N} c(\{i\}) - c(N)$). De besparingen worden in deze praktijkstudie ook per vraagfractie scenario vergeleken. De besparing per vraagfractie wordt in dat geval bepaald als het gewogen gemiddelde van de besparingen van de vraagscenario's met dezelfde vraagfractie. Hiervoor worden de kansen π_d uit Tabel 1 gebruikt. In de volgende analyses zal eerst ingegaan worden op de besparingen per scenario, per totale vraagscenario en per vraagfractie scenario. Daarna wordt hetzelfde bekeken voor het aantal geopende DC's en als laatste worden de opgesplitste kosten nader bekeken.

Door samen te werken en DC's te delen kunnen de partners gemiddeld 5,25% besparen. De minimale besparing is 2,87% en de maximale kostenbesparing 7,80%. Tabel 12 in bijlage geeft een volledig overzicht van de kostenbesparing voor elk van de vijftien vraagscenario's. In het onderzoek van Verdonck et al. (2016) wordt over de verschillende experimenten een gemiddelde kostenbesparing van 9,1% gevonden. De daling in kosten door het delen van DC's ligt in hun onderzoek tussen de 3,52% en 21,62%. Ook al bestuderen Verdonck et al. (2016) in hun experimenten de sensitiviteit naar enkele andere samenwerkingsfactoren, toch kan gesteld worden dat indien rekening gehouden wordt met een stochastische klantenvraag de besparingen van horizontale samenwerking minder hoog kunnen zijn dan in huidig deterministisch onderzoek wordt voorgesteld.

De gemiddelde coöperatieve kostendaling per vraagfractie is ongeveer gelijk (Tabel 4). Bij het berekenen van de gemiddeldes is rekening gehouden met de kans dat een bepaalde vraag voorkomt. Geen enkele vraagfractie heeft een afwijkend besparingsniveau. De verspreiding van de vraag over de klantzones heeft in deze praktijkstudie dus geen invloed op het niveau van de voordelen van de samenwerking.

Vraagfractie	Kost zonder samenwerking	Kost met samenwerking	Besparing
1	7.391.118	7.008.793	5,17%
2	7.352.603	6.960.593	5,33%
3	7.291.132	6.909.313	5,24%
Gemiddelde	7.344.951	6.959.566	5,25%

Tabel 4: Gemiddelde besparing per vraagfractie (in €)

Tussen de verschillende totale vraagscenario's is wel een duidelijk verschil merkbaar. In Tabel 5 worden de gemiddelde besparingen per totale vraagscenario weergegeven. Hieruit blijkt duidelijk dat de kostendaling afhankelijk is van de totale vraag van de bediende klantzones.

Totale vraagscenario	Besparing
1	5,51%
2	4,96%
3	7,66%
4	5,14%
5	2,96%
Gemiddelde	5,25%

Tabel 5: Gemiddelde besparing per totale vraagscenario

Het aantal geopende DC's schommelt tussen zeven en tien over alle vraagscenario's (Tabel 6). In het onderzoek van Verdonck et al. (2016) wordt over de verschillende experimenten gemiddeld 1 DC gesloten. Indien rekening gehouden wordt met een stochastische klantenvraag kan er gesteld worden dat het aantal operationele DC's sterk afhankelijk is van de te bedienen klantenvraag. Het aantal DC's zonder samenwerking is bij elk totale vraagscenario hoger dan met een samenwerking. Logisch is dat de totale vraag de benodigde capaciteit bepaald en dus ook het aantal open DC's. Gemiddeld zijn 8,1 DC's open per vraagfractie, rekening houdend met de gewichten van de vraag. De verschuiving over de klantzones zorgt er niet voor dat extra DC's moeten geopend worden.

Totale vraagscenario	Met samenwerking	Zonder samenwerking
1	8	7
2	8	7
3	10	8
4	10	9
5	10	10
Gewogen gemiddelde	8,10	9,07

Tabel 6: Aantal geopende DC's

Doordat minder DC's gebruikt worden bij een samenwerking dalen de vaste kosten gemiddeld met 11,66%. Hier hangt wel een stijging aan vast van de primaire variabele kosten doordat de logistieke stromen anders georganiseerd worden. Deze stijging in primaire variabele kosten ten opzichte van de som van de primaire standalone kosten varieert van 18,14% tot 87,99% (Tabel 7). De grootste stijging vindt plaats in de vraagscenario's met de kleinste totale vraag. Een mogelijke

verklaring kan zijn dat de partners de producten nu moeten transporteren via een DC dat voor hen minder goed gelegen is dan hun eigen DC's. Maar deze reorganisatie van de logistieke stromen heeft ook een voordeel: de secundaire variabele kosten dalen. Waardoor in zijn geheel de totale variabele kosten meestal dalen met gemiddeld 1,37%. In elf vraagscenario's is er een daling in de totale variabele kosten, in de andere vier gevallen stijgen de totale variabele kosten. De daling in vaste kosten is wel altijd groot genoeg om de stijging in variabele kosten op te vangen. Over het algemeen zorgt de samenwerking dus voor een kostenbesparing. Een gedetailleerd overzicht van de vaste kosten en de primaire en secundaire variabele kosten met en zonder samenwerking kan teruggevonden worden in Tabellen 13 en 14 in de bijlage.

Vraagscenario	Vaste kosten	Primaire kosten	Secundaire kosten	Totale kosten
1	-15%	84%	-34%	-5%
2	-11%	39%	-11%	-5%
3	-18%	40%	-23%	-8%
4	-17%	54%	-31%	-5%
5	0%	24%	-22%	-3%
6	-18%	88%	-38%	-6%
7	-11%	47%	-28%	-5%
8	-18%	38%	-23%	-8%
9	-10%	41%	-30%	-5%
10	0%	41%	-34%	-3%
11	-18%	84%	-31%	-5%
12	-10%	18%	-12%	-5%
13	-18%	33%	-20%	-8%
14	-10%	29%	-23%	-5%
15	0%	35%	-30%	-3%

Tabel 7: Verschil in kosten

De totale vraag heeft in deze praktijkstudie een effect op het aantal DC's dat geopend wordt en ook op de mogelijke coöperatieve kostenbesparing. Het verschil dat aanwezig is tussen de kosten van de totale vraagscenario's maakt duidelijk dat het niet opnemen van een stochastische vraag een vertekend beeld kan geven over de mogelijke besparingen die kunnen worden behaald door horizontale samenwerking.

6.5 Het effect van een stochastische vraag op de kostenallocatie

Zoals eerder aangehaald is een correcte kostenallocatie belangrijk voor de duurzaamheid van een samenwerking op lange termijn. In deze masterproef worden twee allocatiemethodes onderzocht: de Shapley waarde en de ACAM. Beide methodes hebben de nadelige eigenschap dat ze niet altijd een stabiele samenwerking opleveren en partners beter af zouden kunnen zijn door uit de samenwerking te stappen (Shapley, 1952; Tijs & Driessen, 1986). Om dit te controleren wordt gekeken naar individuele, subgroep en groepsrationaliteit van de verkregen allocatiewaarden.

Individuele rationaliteit betekent dat de samenwerkingskosten voor geen enkele partner hoger zijn dan zijn individuele kosten zonder samenwerking ($y_i \leq c(\{i\}), \forall i \in N$). Ook geen enkele subgroep mag beter doen indien ze de grote samenwerking verlaten, dit is subgroep rationaliteit ($\sum_{i \in S} y_i \leq c(S), \forall S \subseteq N$). Als laatste is er groepsrationaliteit, dit wil zeggen dat de totale kosten verdeeld moeten zijn onder alle partners ($\sum_{i \in N} y_i = c(N)$) (Verdonck et al., 2016). In deze praktijkstudie leiden bij het toepassen van de Shapley waarde vier van de vijftien vraagscenario's niet tot een stabiele samenwerking omdat aan subgroep rationaliteit niet voldaan wordt. Bij de ACAM allocatiemethode wordt de subgroep rationaliteit verbroken in twee vraagscenario's. De partners zullen dus mogelijk de intentie hebben om zich af te zonderen van de grote samenwerking om subgroepen te vormen. De stabiliteit van de samenwerking is dus afhankelijk van de kostenallocatiemethode die gebruikt wordt.

Voor de verdere vergelijking van de ACAM en de Shapley waarde en de invloed van de stochastische vraag en de vraagfracties op de allocatieresultaten worden twee elementen bekeken. Eerst wordt de kostenbesparing bekeken en hoe deze verschilt voor de partners. Daarna wordt gekeken hoe de coöperatieve kosten verdeeld worden over de partners. Zowel voor de ACAM als voor de Shapley waarde is de allocatiewaarde voor een partner altijd kleiner dan zijn individuele kost zonder samenwerking (individuele rationaliteit). Bij de Shapley methode is voor de partners een kostendaling tussen de 1,70% en 10,07% merkbaar. De ACAM methode leidt tot kostendalingen tussen 1,18% en 10,91% voor de drie samenwerkingspartners (Tabel 8 en 9). Voor elke partner wordt voor elk scenario het verschil berekend tussen de kosten bepaald met de Shapley waarde en die met de ACAM. Tussen deze waardes is een maximum verschil van 2,28%. Net zoals in de paper van Verdonck et al. (2016) is de verdeling van de besparingen over de partners heen dus vrij gelijkaardig voor beide allocatiemethodes.

Partner	Shapley	ACAM
A	6,23%	5,97%
B	4,18%	4,15%
C	5,91%	6,16%

Tabel 8: Gemiddelde besparing per partner

Partner	Min Shapley	Min ACAM	Max Shapley	Max ACAM
A	1,70%	1,18%	9,83%	10,91%
B	2,55%	2,39%	6,25%	6,35%
C	2,22%	2,10%	10,07%	10,33%

Tabel 9: Maximale en minimale besparing per partner

Alle kosten worden verdeeld over de partners. In Tabel 10 en 11 wordt het kostenaandeel van elke partner ten opzichte van de totale coöperatieve kost weergegeven. De totale vraag heeft in deze praktijkstudie geen invloed op de verdeling van de kosten onder de partners ongeacht de allocatiemethode. Het besparingsniveau van de samenwerking wordt dus beïnvloed door de vraag

maar de verdeling ervan niet. Ook de verdeling van de vraagfracties heeft geen invloed op hoe de kosten onder partners verdeeld worden ongeacht allocatiemethode.

Allocatiemethode/ Partner	Shapley			ACAM		
	A	B	C	A	B	C
Totale vraagscenario						
1	27,02%	46,02%	26,96%	26,62%	46,23%	27,15%
2	27,60%	44,84%	27,56%	27,60%	44,82%	27,59%
3	26,34%	45,42%	28,25%	26,45%	45,40%	28,14%
4	26,60%	45,03%	28,37%	27,06%	45,02%	27,93%
5	26,70%	44,61%	28,69%	26,86%	44,51%	28,63%
Gemiddelde	26,85%	45,18%	27,97%	26,92%	45,20%	27,89%

Tabel 10: Gemiddelde van het procentuele kostenaandeel van elke partner ten opzichte van de totale coöperatieve kost onder verschillende vraagscenario's

Allocatiemethode/ Partner	Shapley			ACAM		
	A	B	C	A	B	C
Vraagfractie						
1	26,04%	45,76%	28,20%	26,11%	45,81%	28,08%
2	26,72%	45,15%	28,13%	26,84%	45,13%	28,03%
3	27,79%	44,64%	27,57%	27,80%	44,64%	27,55%
Gemiddelde	26,85%	45,18%	27,97%	26,92%	45,20%	27,89%

Tabel 11: Gemiddelde van het procentuele kostenaandeel van elke partner ten opzichte van de totale coöperatieve kost onder verschillende vraagfracties

In het onderzoek van Verdonck et al. (2016) wordt een verschil van 0% tot 5,32% gevonden in de allocatiewaardes wanneer Shapley waarde en ACAM methode vergeleken worden. Het grootste verschil zit in samenwerkingen met ongelijke partners, zoals in deze praktijkstudie. Net zoals in het onderzoek van Verdonck et al. (2016) is het duidelijk dat de partner met de grootste bijdrage het grootste deel van de gezamenlijke besparingen toegewezen krijgt. Relatief gezien besparen de kleinere partners in de samenwerking meer dan de grote partner (Tabel 8) maar de grotere partners, die meer bijdragen aan de samenwerking, krijgen een groter absoluut deel van de gezamenlijke besparingen toegewezen. Bij de Shapley waarde krijgt de grootste partner B gemiddeld 37% van de besparing toegewezen, de kleinere partners A en C krijgen respectievelijk 31% en 32%. De ACAM vertoont soortgelijke percentages. Partner B, A en C krijgen respectievelijk 37%, 30% en 34% van de totale besparingen toegewezen. De allocatiemethodes houden dus rekening met de bijdrage van een partner. De verdeling van de kosten over de partners is niet afhankelijk van de allocatiemethode in het onderzoek van Verdonck et al. (2016). Ook in deze praktijkstudie vinden we dat de verdeling van de kosten niet afhankelijk is van de methode, het vraagscenario en de verdeling van de vraagfracties. Het stochastische karakter van de vraag heeft dus geen invloed op de kostenallocatie uitdaging.

6.6 Antwoord op hypothesen

In deze praktijkstudie zorgt het delen van DC's altijd voor een daling in de kosten, zowel voor de partners individueel als voor de samenwerking geheel. Gemiddeld besparen de partners samen 5,25%. Hypothese 1 wordt dus bevestigd. Deze daling in kosten is te verklaren door een vermindering in het aantal open DC's en dus een afname van de totale vaste kosten, en de logistieke stromen die geoptimaliseerd worden wat zorgt voor een daling in de variabele kosten. Voor elk vraagscenario is een daling in het aantal open DC's merkbaar behalve in de scenario's waar de maximum capaciteit van alle DC's nodig is om aan de vraag te voldoen. Ook hypothese 2 kan dus bevestigd worden. De coöperatieve kostenbesparing varieert tussen de 2,87% en 7,80% per vraagscenario. Uit de praktijkstudie blijkt duidelijk dat de verdeling van de vraag over de klantzones (de vraagfracties) een kleine tot geen invloed heeft op de kosten. De totale vraag is wel bepalend voor de mogelijke kostenbesparing, want de totale vraag bepaalt het aantal te openen DC's en logistieke stromen van en naar de DC's dus ook de kosten die hieraan verbonden zijn. Een vergelijking met de resultaten van Verdonck et al. (2016) bevestigt deze bevindingen. Indien rekening gehouden wordt met een stochastische klantenvraag zijn de besparingen van horizontale logistieke samenwerking minder hoog dan in het deterministische onderzoek. De invloed van de stochastische vraag op het aantal geopende DC's is ook duidelijk. In het onderzoek van Verdonck et al. (2016) worden veel minder DC's gesloten. Dit bevestigt de invloed van de vraag op de totale kosten en het aantal geopende DC's. Hiermee wordt hypothese 3 bevestigd en hypothese 4 verworpen.

De Shapley waarde en ACAM zijn twee allocatiemethodes die de kosten verdelen over de partners. Een gekend nadeel van deze methodes is dat ze niet altijd tot een stabiele samenwerking leiden. Dit wordt bevestigd in deze praktijkstudie waar de subgroep rationaliteit enkele keren verbroken wordt, wat leidt tot de bevestiging van hypothese 6. De verdeling van de gezamenlijke besparingen worden gelijk verdeeld bij de twee methodes. Hypothese 5 wordt dus bevestigd. Voor beide methodes wordt de verdeling van de besparingen over de partners heen niet beïnvloed door de totale vraag of de verdeling van de vraagfractie. Hypothesen 7 en 8 dienen dus niet verworpen te worden.

De centrale onderzoeksvraag van dit onderzoek is: "Wat is het effect van een stochastische markt vraag op de prestaties en kostenverdeling van het *cooperative carrier facility location problem*?". Uit de resultaten van de praktijkstudie en de vergelijking daarvan met het onderzoek van Verdonck et al. (2016) is duidelijk dat de stochastische markt vraag een invloed heeft op de coöperatieve kosten van de samenwerking en op het aantal geopende DC's, maar niet op de verdeling van de vraag over de partners heen. De verdeling van de vraag over de klantzones heeft geen effect op de baten of op de verdeling van de baten. Dit wil dus zeggen dat de kostenallocatie niet afhankelijk is van de totale vraag of van de verdeling van de vraag. Algemeen kan gesteld worden dat het opnemen van een stochastische vraag belangrijk is voor het bepalen van de totale mogelijke kostenbesparing en het aantal te openen DC's.

CONCLUSIE

Logistieke dienstverleners ondervinden door de invloed van tal van externe factoren meer druk om te innoveren. Een opportuniteit ligt in het aangaan en beheren van externe relaties in de supply chain. In deze masterproef ligt de focus op horizontale logistieke samenwerkingen. Logistieke dienstverleners kunnen op verschillende manieren horizontaal samenwerken met elkaar. Een recent onderzochte manier van horizontale logistieke samenwerking is het delen van distributiecentra (DC's), een optimalisatieprobleem dat gemodelleerd wordt als het *cooperative carrier facility location problem* (CCFLP). In het CCFLP wordt het aantal geopende DC's en de logistieke stromen geoptimaliseerd met als doel de coöperatieve kosten te minimaliseren. In eerder onderzoek van Verdonck et al. (2016) wordt het potentieel van het CCFLP onderzocht onder deterministische omstandigheden. Dit komt niet overeen met de realiteit waarin factoren zoals de vraag continu veranderen. Het doel van dit onderzoek is daarom na te gaan of het CCFLP nog steeds leidt tot een voordelige samenwerking indien de klantenvraag een stochastisch karakter heeft.

De voordelen en coöperatieve kosten die door de samenwerking ontstaan moeten op een rechtvaardige en eerlijke manier verdeeld worden onder de partners. Alleen zo kan een duurzame samenwerking ontstaan op lange termijn. Deze verdeling kan aan de hand van verschillende kostenallocatiemethodes gebeuren. In dit onderzoek wordt het effect van de *alternative cost avoided method* (ACAM) en Shapley waarde onderzocht.

In de praktijkstudie wordt aan de hand van een concrete case study het effect van een stochastische markt vraag op de prestaties en kostenverdeling van het CCFLP onderzocht. De stochastische vraag wordt vertaald in vijftien discrete vraagscenario's waarin drie verschillende verdelingen van de vraagfracties gecombineerd worden met vijf verschillende totale vraagscenario's.

Op basis van de praktijkstudie kunnen de volgende conclusies getrokken worden. Het delen van DC's heeft een positief effect op de samenwerkingsbaten ook onder stochastische vraagomstandigheden. De samenwerking uit de praktijkstudie leidt tot een gemiddelde besparing van de coöperatieve kosten van 5,25%. De minimale daling in kosten is 2,87% en de maximale daling is 7,80%. Uit een vergelijking van deze resultaten met het onderzoek van Verdonck et al. (2016) blijkt dat de stochastische klantenvraag een invloed heeft op het besparingsniveau van de samenwerking. De daling in kosten door samenwerking is bij een stochastische vraag minder hoog dan in de deterministische setting voorgesteld werd. De verdeling van de vraag over de klantenzones heen (de vraagfracties) heeft, in tegenstelling tot de totale vraag, geen invloed op het niveau van de voordelen van de samenwerking. De vraag bepaalt de benodigde capaciteit, zo wordt het aantal geopende DC's dus beïnvloedt door de vraag maar niet door de verdeling van de vraagfracties. Dit wordt ook bevestigd in een vergelijking met het onderzoek van Verdonck et al. (2016) waar gemiddeld één DC gesloten wordt. In dit onderzoek ligt het gemiddelde aantal gesloten DC's tussen nul en drie.

Een nadeel van de Shapley en ACAM methode is dat ze niet altijd tot een stabiele samenwerking leiden omdat niet voldaan wordt aan de subgroep rationaliteit. Dit betekent dat partners de intentie kunnen hebben om zich af te zonderen van de grote samenwerking en subgroepen gaan vormen. Uit de praktijkstudie blijkt dat de stabiliteit afhankelijk is van de kostenallocatiemethode die gebruikt wordt. Daarnaast blijkt dat beide kostenallocatiemethodes de coöperatieve kosten vrij gelijkaardig verdelen. Net zoals in de paper van Verdonck et al. (2016) is amper een verschil merkbaar tussen de allocatiewaarden van beide methodes.

Zoals eerder aangehaald bepaalt de vraag het besparingsniveau. Uit de praktijkstudie is naar voren gekomen dat de vraag wel de mogelijke kostendaling bepaald, maar niet de verdeling van de kosten over de partners. Ook de verdeling van de vraagfracties heeft geen invloed op hoe de kosten onder partners verdeeld worden. Het stochastische karakter van de vraag heeft daarmee dus geen invloed op de kostenallocatie uitdaging. In het kort kan geconcludeerd worden dat in dit onderzoek gevonden werd dat de verdeling van de besparingen onder de partners niet afhankelijk is van de methode, het vraagscenario en de verdeling van de vraagfracties.

Samengevat kunnen de volgende conclusies gemaakt worden. Uit de resultaten van de praktijkstudie en de vergelijking daarvan met het onderzoek van Verdonck et al. (2016) is duidelijk dat de stochastische markt vraag een invloed heeft op de coöperatieve kosten van de samenwerking en op het aantal geopende DC's. De verdeling van de vraag over de klantzones daarentegen heeft geen effect op de baten of op de verdeling van de baten. Ook de kostenallocatie is niet afhankelijk van de totale vraag of van de verdeling van de vraag. Algemeen kan gesteld worden dat het opnemen van een stochastische vraag belangrijk is voor het bepalen van de totale mogelijke kostenbesparing en het aantal te openen DC's. Het niet opnemen van een stochastische vraag kan een vertekend beeld geven van het potentieel van horizontale logistieke samenwerking.

Beperkingen van het onderzoek

De resultaten gevonden in de praktijkstudie van dit onderzoek zijn enkel van toepassing op de onderzochte case study. Op basis van de vergelijking van de resultaten met die van Verdonck et al. (2016) kunnen de resultaten meer veralgemeend worden. De externe validiteit kan dus in twijfel getrokken worden. Toch geeft het onderzoek een goede indicatie van de mogelijke voordelen van het delen van DC's en het effect van de stochastische vraag op het kostenniveau van een horizontale logistieke samenwerking. Aanvullend onderzoek op basis van andere case studies kunnen de resultaten van dit onderzoek eventueel bevestigen of weerleggen.

In de literatuurstudie worden voor de kostenallocatiemethodes en scenario generatiemethodes een paar voorbeelden gegeven van enkele mogelijke technieken. Echter zijn in de literatuur nog zeer veel andere methodes ter beschikking. Omwille van de omvang van de masterproef wordt geen volledig overzicht gegeven van alle methodes.

Het opstellen van de vraagscenario's is in deze masterproef via de Gauss functie gedaan. Vanwege van de maximum capaciteit van de partners wordt een interval opgesteld waarin de waardes met 92,79% zekerheid zitten. Er bestaat dus een kleine kans dat de vraag buiten dit interval ligt. De capaciteit van de partners is dan niet groot genoeg om aan alle vraag te voldoen. Dit aspect is niet opgenomen in het onderzoek. Verder zijn vijftien vraagscenario's opgesteld, dit aantal is gekozen om de praktijkstudie en de resultaten overzichtelijk te houden. Het opstellen van meer vraagscenario's leidt mogelijk tot nauwkeurigere resultaten.

Toekomstig onderzoek

Verder onderzoek is noodzakelijk om te bepalen of de resultaten uit dit onderzoek veralgemeend kunnen worden. Hiervoor moeten andere case studies en andere scenario generatiemethoden gebruikt worden. Daarnaast wordt de vraagsensitiviteit in deze masterproef onderzocht door discrete vraagscenario's op te stellen. Mogelijk kunnen meer inzichten verkregen worden door het gebruiken van een continue verdeling voor de vraagscenario's. Ook een uitgebreid onderzoek naar voorbeelden in de praktijk kan betere inzichten geven. Door bij bedrijven langs te gaan die samenwerken en daar managers te interviewen kan gecontroleerd worden of de bevindingen in het onderzoek ook zo worden ervaren in de praktijk.

In deze masterproef wordt alleen het effect van een stochastische vraag onderzocht. In de realiteit zijn nog veel meer stochastische factoren aanwezig, zoals de kosten en reistijden die de resultaten van de een samenwerking kunnen beïnvloeden. Verder onderzoek dient te worden verricht om te onderzoeken hoe deze factoren een effect kunnen hebben op de coöperatieve kosten en baten.

BIJLAGE

Vraagscenario	Kosten zonder samenwerking	Kosten met samenwerking	Verschil
1	6.357.002	6.012.481	-5,42%
2	6.790.560	6.482.989	-4,53%
3	7.673.976	7.091.607	-7,59%
4	8.134.237	7.714.966	-5,15%
5	8.642.106	8.394.338	-2,87%
6	6.327.974	5.957.432	-5,86%
7	6.794.885	6.425.634	-5,43%
8	7.625.447	7.045.204	-7,61%
9	8.092.056	7.668.503	-5,23%
10	8.590.665	8.329.257	-3,04%
11	6.287.097	5.957.212	-5,25%
12	6.725.911	6.395.613	-4,91%
13	7.580.321	6.989.341	-7,80%
14	8.014.140	7.610.426	-5,04%
15	8.517.428	8.265.435	-2,96%

Tabel 12: Totale kosten met en zonder samenwerking (in €)

Vraagscenario	Vaste kosten	Primaire kosten	Secundaire kosten	Totale kosten
1	2.237.200	1.170.893	2.948.908	6.357.002
2	2.237.200	1.466.864	3.086.497	6.790.560
3	2.713.200	1.658.144	3.302.632	7.673.976
4	2.713.200	2.048.038	3.372.999	8.134.237
5	2.713.200	2.325.215	3.603.690	8.642.106
6	2.237.200	1.263.516	2.827.257	6.327.974
7	2.237.200	1.526.367	3.031.318	6.794.885
8	2.713.200	1.756.196	3.156.051	7.625.447
9	2.713.200	2.069.486	3.309.369	8.092.056
10	2.713.200	2.320.615	3.556.851	8.590.665
11	2.237.200	1.151.603	2.898.294	6.287.097
12	2.237.200	1.468.640	3.020.070	6.725.911
13	2.713.200	1.667.344	3.199.777	7.580.321
14	2.713.200	2.059.053	3.241.887	8.014.140
15	2.713.200	2.325.215	3.479.012	8.517.428

Tabel 13: Kosten zonder samenwerking (in €)

Vraagscenario	Vaste kosten	Primaire kosten	Secundaire kosten	Totale kosten
1	1.909.100	2.150.472	1.952.909	6.012.481
2	1.989.000	2.046.046	2.744.943	6.482.989
3	2.215.100	2.320.000	2.556.508	7.091.607
4	2.238.900	3.145.881	2.330.185	7.714.966
5	2.713.200	2.879.584	2.801.554	8.394.338
6	1.842.800	2.375.314	1.739.318	5.957.432
7	1.989.000	2.239.742	2.196.892	6.425.634
8	2.215.100	2.415.715	2.414.389	7.045.204
9	2.441.200	2.917.183	2.310.120	7.668.503
10	2.713.200	3.272.794	2.343.263	8.329.257
11	1.842.800	2.124.605	1.989.807	5.957.212
12	2.011.100	1.735.110	2.649.403	6.395.613
13	2.215.100	2.217.607	2.556.634	6.989.341
14	2.441.200	2.657.127	2.512.099	7.610.426
15	2.713.200	3.128.615	2.423.620	8.265.435

Tabel 14: Kosten met samenwerking (in €)

LITERATUURLIJST

- Agarwal, R., & Ergun, Ö. (2010). Network design and allocation mechanisms for carrier alliances in liner shipping. *Operations research*, 58(6), 1726-1742.
- Audy, J., Lehoux, N., D'Amours, S., & Rönnqvist, M. (2012). A framework for an efficient implementation of logistics collaborations. *International Transactions in Operational Research*, 19(5), 633-657.
- Bartlett, C., & Ghoshal, S. (2000). Managing across boundaries: the collaborative challenge. *Text, cases and readings in cross-border management*, 403-502.
- Bellingkrodt, S., & Wallenburg, C. M. (2013). The Role of External Relationships for LSP Innovativeness: A Contingency Approach. *Journal of business logistics*, 34(3).
- Bengtsson, M., & Kock, S. (2000). "Coopetition" in business Networks—to cooperate and compete simultaneously. *Industrial marketing management*, 29(5), 411-426.
- Bleeke, J., & Ernst, D. (1995). Is your strategic alliance really a sale? *Harvard business review*, 73(1), 97-105.
- Bloos, M., & Kopfer, H. (2011). *On the Formation of Operational Transport Collaboration Systems*, Berlin, Heidelberg.
- Braekers, R. (2016). 1738 Beleidsstatistiek. 99-107.
- Brouthers, K. D., Brouthers, L. E., & Wilkinson, T. J. (1995). Strategic alliances: Choose your partners. *Long range planning*, 28(3), 2-25.
- Chalos, P., & O'Connor, N. G. (2004). Determinants of the use of various control mechanisms in US-Chinese joint ventures. *Accounting, organizations and society*, 29(7), 591-608.
- Commission, E. (2001). Guidelines on the applicability of Article 81 of the EC treaty to horizontal cooperation agreements. *Official Journal of the European Communities*, 100, 2-30.
- Cruijssen, F. (2006). *Horizontal cooperation in transport and logistics*. (Ph.D), CentER, Tilburg University.
- Cruijssen, F., Bräysy, O., Dullaert, W., Fleuren, H., & Salomon, M. (2007). Joint route planning under varying market conditions. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.
- Cruijssen, F., Cools, M., & Dullaert, W. (2007). Horizontal cooperation in logistics: Opportunities and impediments. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 43(2), 129-142.
- Cruijssen, F., Dullaert, W., & Fleuren, H. (2007). Horizontal Cooperation in Transport and Logistics: A Literature Review. *Transportation Journal*, 46(3), 22-39.
- Cruijssen, F., & Salomon, M. (2004). Empirical study: Order sharing between transportation companies may result in cost reductions between 5 to 15 percent. Discussion paper 2004-2080, CentER research institute, Tilburg University.
- Dyer, J. H., & Singh, H. (1998). The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. *Academy of management review*, 23(4), 660-679.

- Esper, T. L., & Williams, L. R. (2003). The value of Collaborative Transportation Management (CTM): Its relationship to CPFR and information technology. *Transportation Journal*, 42(4), 55-65.
- Frisk, M., Göthe-Lundgren, M., Jörnsten, K., & Rönnqvist, M. (2010). Cost allocation in collaborative forest transportation. *European Journal of Operational Research*, 205(2), 448-458.
- Gansterer, M., & Hartl, R. F. (2018). Collaborative vehicle routing: A survey. *European Journal of Operational Research*, 268(1), 1-12.
- Gibson, B. J., Rutner, S. M., & Keller, S. B. (2002). Shipper-carrier partnership issues, rankings and satisfaction. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(8), 669-681.
- Gillies, D. B. (1959). Solutions to general non-zero-sum games. *Contributions to the Theory of Games*, 4, 47-85.
- Guajardo, M., & Rönnqvist, M. (2016). A review on cost allocation methods in collaborative transportation. *International Transactions in Operational Research*, 23(3), 371-392.
- Hamel, G. (1991). Competition for competence and interpartner learning within international strategic alliances. *Strategic management journal*, 12(1), 83-103.
- Hennart, J. (1993). Explaining the swollen middle: Why most transactions are a mix of "market" and "hierarchy". *Organization science*, 4(4), 529-547.
- Houghtalen, L., Ergun, Ö., & Sokol, J. (2011). Designing mechanisms for the management of carrier alliances. *Transportation Science*, 45(4), 465-482.
- Kaut, M., & Wallace, S. W. (2003). Evaluation of scenario-generation methods for stochastic programming: Humboldt-Universität zu Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
- Kim, S., Pasupathy, R., & Henderson, S. G. (2015). A guide to sample average approximation *Handbook of simulation optimization* (pp. 207-243): Springer.
- Kogut, B. (1988). Joint ventures: Theoretical and empirical perspectives. *Strategic management journal*, 9(4), 319-332.
- Krajewska, M., & Kopfer, H. (2006). *Profit sharing approaches for freight forwarders: An overview*. Paper presented at the Proceedings of the 5th International Conference on Modern Trends in Logistics, Saint Petersburg, Russia.
- Krajewska, M. A., Kopfer, H., Laporte, G., Ropke, S., & Zaccour, G. (2008). Horizontal cooperation among freight carriers: request allocation and profit sharing. *Journal of the Operational Research Society*, 59(11), 1483-1491.
- Lambert, D. M., Emmelhainz, M. A., & Gardner, J. T. (1999). Building successful logistics partnerships. *Journal of business logistics*, 20(1), 165.
- Leitner, R., Meizer, F., Prochazka, M., & Sihn, W. (2011). Structural concepts for horizontal cooperation to increase efficiency in logistics. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 4(3), 332-337.
- Liu, P., Wu, Y., & Xu, N. (2010). Allocating collaborative profit in less-than-truckload carrier alliance. *Journal of Service science and Management*, 3(01), 143-149.
- Martin, N., Verdonck, L., Caris, A., & Depaire, B. (2018). Horizontal collaboration in logistics: decision framework and typology. *Operations Management Research*, 11(1), 32-50.

- Mohseni-Bonab, S. M., Rabiee, A., & Mohammadi-Ivatloo, B. (2016). Voltage stability constrained multi-objective optimal reactive power dispatch under load and wind power uncertainties: A stochastic approach. *Renewable Energy*, *85*, 598-609.
- North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*: Cambridge university press.
- Osborne, M. (2004). Nash equilibrium: theory. *An Introduction to Game Theory*. Oxford University Press, New York, 11-52.
- Özener, O. (2008). *Collaboration in transportation*. (Ph.D), Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia.
- Özener, O., & Ergun, Ö. (2008). Allocating costs in a collaborative transportation procurement network. *Transportation Science*, *42*(2), 146-165.
- Park, J.-H. (1997). The effects of airline alliances on markets and economic welfare. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *33*(3), 181-195.
- Parkhe, A. (1993). Strategic alliance structuring: A game theoretic and transaction cost examination of interfirm cooperation. *Academy of management journal*, *36*(4), 794-829.
- Peeta, S., & Hernandez, S. (2011). Modeling of Collaborative Less-than-truckload Carrier Freight Networks.
- Shapley, L. S. (1952). Notes on the n-person game, III: Some variants of the von Neumann-Morgenstern definition of solution. Santa Monica, California: RAND Corporation.
- Shapley, L. S. (1953). A value for n-person games. *Contributions to the Theory of Games*, *2*(28), 307-317.
- Shapley, L. S. (1971). Cores of convex games. *International journal of game theory*, *1*(1), 11-26.
- Simatupang, T. M., & Sridharan, R. (2002). The collaborative supply chain. *International Journal of Logistics Management*, *13*(1), 15-30.
- Skjoett - Larsen, T. (2000). European logistics beyond 2000. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *30*(5), 377-387.
- Snyder, L. (2006). Facility location under uncertainty: a review. *IIE Transactions*, *38*(7), 547-564.
- Song, D., & Panayides, P. M. (2002). A conceptual application of cooperative game theory to liner shipping strategic alliances. *Maritime Policy & Management*, *29*(3), 285-301.
- Soosay, C. A., & Hyland, P. (2015). A decade of supply chain collaboration and directions for future research. *Supply Chain Management: An International Journal*, *20*(6), 613-630.
- Suijs, J., Borm, P., De Waegenaere, A., & Tijs, S. (1999). Cooperative games with stochastic payoffs. *European Journal of Operational Research*, *113*(1), 193-205.
- Świtała, M. (2016). Enterprises' readiness to establish and develop collaboration in the area of logistics. *LogForum*, *12*(3), 215-224.
- Tijs, S. H., & Driessen, T. S. (1986). Game theory and cost allocation problems. *Management science*, *32*(8), 1015-1028.
- van Lier, T., Caris, A., & Macharis, C. (2016). Sustainability SI: Bundling of outbound freight flows: Analyzing the potential of internal horizontal collaboration to improve sustainability. *Networks and Spatial Economics*, *16*(1), 277-302.
- Verdonck, L. (2017). *Collaborative logistics from the perspective of freight transport companies*. (Ph.D), Hasselt University.

- Verdonck, L., & Beullens, P. (2018). A stochastic approach to the cooperative carrier facility location problem. (*Working paper*).
- 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. N., Ramaekers, K., & Janssens, G. K. (2013). Collaborative Logistics from the Perspective of Road Transportation Companies. *Transport Reviews*, 33(6), 700-719.
- Verstrepen, S., Cools, M., Cruijssen, F., & Dullaert, W. (2009). A dynamic framework for managing horizontal cooperation in logistics. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 5(3-4), 228-248.
- Verweij, B., Ahmed, S., Kleywegt, A. J., Nemhauser, G., & Shapiro, A. (2003). The Sample Average Approximation Method Applied to Stochastic Routing Problems: A Computational Study. *Computational Optimization and Applications*, 24(2), 289-333.
- Wang, X., & Kopfer, H. (2011). *Increasing efficiency of freight carriers through collaborative transport planning: Chances and challenges*. Paper presented at the Dynamics and sustainability in international logistics and supply chain management-proceedings of the 6th german-russian logistics and scm workshop (DR-LOG 2011) Bremen, Germany.
- Westney, D. E. (1988). Domestic and foreign learning curves in managing international cooperative strategies. *Cooperative strategies in international business*, 339-346.
- William, O. E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets and Relational Contracting*: New York: Free Press.
- Yilmaz, O., & Savasaneril, S. (2012). Collaboration among small shippers in a transportation market. *European Journal of Operational Research*, 218(2), 408-415.
- Zigmas, L., & Benas, A. (2007). Cooperation among the Competitors in International Cargo Transportation Sector: Key Factors to Success. *Konkurentų kooperacija tarptautinių krovinių gabenimo vilkikais sektoriuje: pagrindiniai sėkmės faktoriai.*, 51(1), 80-90.
- Zineldin, M., & Bredenlow, T. (2003). Strategic alliance: Synergies and challenges: A case of strategic outsourcing relationship "SOUR". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33(5), 449-464.