



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Ontwikkelen van een onderwijstool rond kostenallocatie in horizontale logistieke samenwerking

Gilian Willems

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

PROMOTOR :

dr. Lotte VERDONCK



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

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

2018
2019



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Ontwikkelen van een onderwijstool rond kostenallocatie in horizontale logistieke samenwerking

Gilian Willems

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

PROMOTOR :

dr. Lotte VERDONCK

Woord vooraf

Deze masterproef vormt het sluitstuk van mijn opleiding Handelswetenschappen: Supply Chain Management aan de Universiteit Hasselt. Vanuit mijn interesse in transport en mijn positieve ervaring met Microsoft Excel tijdens de bachelorproef sprak het onderwerp mij ten zeerste aan. Het ontwikkelen van de onderwijstool was bij momenten een echte uitdaging, maar ik ben ervan overtuigd dat deze ervaring in mijn professionele carrière nog van pas zal komen. Het eindresultaat zou nooit tot stand gekomen zijn zonder de hulp van enkele mensen, die ik hiervoor graag wil bedanken.

In de eerste plaats bedank ik graag mijn promotor dr. Lotte Verdonck. Ze stond mij bij met raad en daad wanneer ik met vragen zat of feedback vroeg. Ze doceerde tevens het vak *Supply chain strategy*, dat een onmisbare bron van informatie bleek te zijn tijdens het schrijven van deze masterproef en het ontwikkelen van bijhorende onderwijstool.

Ten slotte bedank ik de personen in mijn naaste omgeving voor de onafgebroken steun. In het bijzonder mijn ouders en mijn zus die me gedurende mijn hele opleiding aan de Universiteit Hasselt ondersteunden. Het harde werk werd gelukkig afgewisseld met leuke ontspanmomenten. Hiervoor kon ik telkens rekenen op mijn vrienden, met wie ik mijn gedachten kon verzetten tijdens het kaarten of het gamen.

Gilian Willems
Zutendaal, mei 2019

Samenvatting

Logistieke dienstverleners worden vandaag de dag geconfronteerd met een toenemend aantal uitdagingen in de transportsector. Concurrentie, stijgende brandstofprijzen, veeleisende klanten en producten met een kortere levenscyclus zijn slechts enkele elementen die leiden tot dalende winstmarges van logistieke dienstverleners. Globalisatie oefent invloed uit op de transportsector waardoor enkel grote internationale ondernemingen een competitief voordeel behalen. Kleine en middelgrote ondernemingen die lokaal opereren zien de kloof met de concurrentie steeds groter worden. Om aan deze uitdagingen vandaag en in de toekomst het hoofd te bieden, opteren logistieke dienstverleners ervoor om horizontaal, verticaal of lateraal samen te werken. Bedrijven beseffen dat zowel klanten, leveranciers als concurrenten potentiële partners kunnen zijn in een samenwerkingsverband. De doelstellingen die goed functionerende coalities nastreven zijn onder meer het verhogen van de efficiëntie en de winstgevendheid. Het aangaan en in stand houden van horizontale samenwerkingen zorgt echter ook voor een aantal uitdagingen. Het eerlijk verdelen van gezamenlijk gegenereerde kosten en baten is van cruciaal belang om de horizontale samenwerking in stand te houden.

De verdeling van kosten en baten in een horizontale samenwerking gebeurt aan de hand van een gezamenlijk overeengekomen allocatiemethode. Elke methode streeft specifieke doelstellingen na en houdt bijgevolg rekening met andere factoren. Aan de hand van zeven eerlijkheidscriteria worden de eigenschappen van elke methode aangetoond. Onderzoek toont aan dat twee allocatiemethoden frequent gebruikt worden in de praktijk: proportionele allocatie op basis van volume en de Shapley-waarde. Proportionele allocatie op basis van volume verdeelt de gezamenlijke kosten en baten gelijkmatig over alle deelnemende partners op basis van het volume dat ze vervoeren. De Shapley-waarde gaat uit van het principe dat partners één na één toetreden tot de coalitie en kent aan elke partner het gewogen gemiddelde van zijn bijdrages toe. Met het oog op de praktijkstudie werd ook de *alternative cost avoided method* (ACAM) onderzocht. Deze allocatiemethode verdeelt de niet-deelbare kosten over alle partners op basis van hun individuele bijdrage. Niet-deelbare kosten zijn de kosten die overblijven nadat elke partner zijn marginale kosten kreeg toegewezen.

In academische context komen allocatiemethoden aan bod in verschillende opleidingsonderdelen. Om het verschil tussen twee of meer allocatiemethoden aan te tonen dient het nodige rekenwerk te gebeuren. Dat iteratieve proces kan dankzij een digitale tool efficiënter uitgevoerd worden. Het gebruik van spreadsheets lijkt aangewezen gezien het kwantitatieve karakter. Het softwareprogramma Microsoft Excel blijkt het ideale programma te zijn om datamanagementvaardigheden, grafische voorstellingen van data en statistische analyses aan te leren. Een studie, waarin een vergelijkbare tool werd ontwikkeld voor studenten, toont aan dat studenten de tool als nuttig ervaren. Het resultaat van de praktijkstudie is een onderwijstool, gemaakt in Microsoft Excel, waarmee studenten, docenten of andere gebruikers drie allocatiemethoden kunnen simuleren voor coalities van twee tot en met vijf bedrijven. Een eenmalige *input* van gegevens leidt rechtstreeks tot de resultaten en bijhorende visualisaties om de verschillen tussen de drie methoden aan te duiden.

Inhoudsopgave

Woord vooraf.....	I
Samenvatting	III
Inhoudsopgave	V
Overzicht tabellen en figuren	VII
Tabellen	VII
Figuren	VII
HOOFDSTUK 1: Inleiding.....	1
1.1 Probleemstelling.....	1
1.2 Onderzoeksvragen.....	4
1.3 Methodologie	5
HOOFDSTUK 2: Horizontale logistieke samenwerking	7
2.1 Definities en terminologie	7
2.2 Motieven voor horizontale logistieke samenwerking	8
2.2.1 Kosten en productiviteit	8
2.2.2 Klantenservice	9
2.2.3 Marktpositie.....	10
2.2.4 Product gerelateerde motieven.....	10
2.2.5 Externe motieven	10
2.2.5.1 Klant gerelateerde externe motieven.....	10
2.2.5.2 Economisch gerelateerde externe motieven	10
2.2.5.3 Industrie gerelateerde externe motieven	11
2.2.5.4 Milieu gerelateerde externe motieven.....	11
2.2.6 Het verwachte resultaat van de samenwerking	11
2.3 Uitdagingen voor horizontale logistieke samenwerking	12
2.3.1 Partnerselectie	12
2.3.2 Identificatie en allocatie van gezamenlijke kosten en baten	12
2.3.3 Operationele en praktische organisatie	13
2.3.3.1 Operationele organisatie van horizontale samenwerkingen tussen vervoerders .	14
2.3.3.2 Operationele organisatie van horizontale samenwerkingen tussen verladers	15
2.3.4 Onderhandelingsmacht.....	15
2.3.5 ICT-investeringen.....	16
2.3.6 Wetgeving.....	16
HOOFDSTUK 3: Kostenallocatie en winstdeling in horizontale logistieke samenwerking	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Proportionele allocatiemethoden.....	17
3.3 Allocatiemethoden op basis van coöperatieve speltheorie.....	18
3.4 Allocatiemethoden op basis van specifieke eigenschappen	19
3.5 Allocatiemethoden in perspectief	20
HOOFDSTUK 4: Onderwijs in operationeel onderzoek	23
4.1 Inleiding	23
4.2 Gebruik van spreadsheets	23

4.3 Voor- en nadelen van het gebruik van spreadsheets.....	24
4.4 Visualisatie, structuur en gebruiksgemak.....	25
HOOFDSTUK 5: Praktijkstudie.....	27
5.1 Inleiding	27
5.2 Handleiding	27
5.3 Aandachtspunten	37
5.4 Voordelen	39
5.5 Nadelen	40
Conclusies	41
Tekortkomingen en toekomstige onderzoeksmogelijkheden.....	43
Lijst van geraadpleegde werken	45
Bijlagen	51

Overzicht tabellen en figuren

Tabellen

Tabel 1: Eerlijkheidscriteria van proportionele allocatie (volume), Shapley-waarde en ACAM	21
Tabel 2: Overzicht van de aandachtspunten voor gebruikers	39

Figuren

Figuur 1: Operationele mogelijkheden voor vervoerders en verladers.....	14
Figuur 2: Stapsgewijze aanpassing 1ste tabblad	28
Figuur 3: Dataverzameling	29
Figuur 4: Berekeningen algemene bedrijfsgegevens.....	30
Figuur 5: Berekeningen totale logistieke kosten voor en na samenwerking	31
Figuur 6: Voor- en nadelen van proportionele allocatie op basis van volume	32
Figuur 7: Berekeningen van proportionele allocatie op basis van volume	32
Figuur 8: Algemene informatie Shapley-waarde	33
Figuur 9: Berekeningen Shapley-waarde	33
Figuur 10: Overzicht <i>alternative cost avoided method</i>	34
Figuur 11: Verdeling van de winst per partner	35
Figuur 12: Verloop van de totale logistieke kosten per partner	36
Figuur 13: Voorbeeld van het verloop van de totale logistieke kosten.....	36
Figuur 14: Waar/onwaar-probleem	37
Figuur 15: Waar/onwaar-oplossing	37

HOOFDSTUK 1: Inleiding

1.1 Probleemstelling

Bedrijven die actief zijn in de transportsector worden tegenwoordig geconfronteerd met steeds meer uitdagingen. Globalisatie speelt in de kaart van internationale logistieke dienstverleners, die dankzij hun groot marktaandeel een competitief voordeel ondervinden ten aanzien van kmo's¹ (Krajewska, Kopfer, Laporte, Ropke, & Zaccour, 2008). Cruijssen, Cools en Dullaert (2007b) voegen toe dat winstmarges van vervoerders² en verladers³ dalen door toenemende concurrentie, producten met een kortere levenscyclus, stijgende brandstofprijzen, verhoogde klantenverwachtingen en toenemende transportwetgeving. Om aan deze uitdagingen vandaag en in de toekomst het hoofd te bieden, is het verhogen van de efficiëntie en winstgevendheid binnen de transportsector essentieel (Cruijssen, 2006). Ergun, Kuyzu en Savelsbergh (2007) stellen dat de toenemende druk om efficiënt te werken; het besef dat zowel leveranciers, klanten als concurrenten potentiële partners kunnen zijn om mee samen te werken; en de verhoogde connectiviteit door het internet drijfveren zijn om samen te werken in een logistieke omgeving. Naesens, Gelders en Pintelon (2009) treden eerdere auteurs bij door te stellen dat samenwerking tussen bedrijven een kritische succesfactor is om competitief te blijven ten opzichte van concurrenten. Songini (2001) tempert de hoge verwachtingen van het aangaan van samenwerkingsverbanden en stelt dat de gezamenlijke voordelen voor alle partners niet altijd gerealiseerd worden door de verschillende belangen van de partners. De deelnemende partners hechten in de eerste plaats een groter belang aan de individuele winst dan aan de winst van de coalitie. Opportunistisch en individualistisch gedrag gaat ten koste van andere partners in de samenwerking en de winstgevendheid van de transportketen (Simatupang & Sridharan, 2002).

De focus van wetenschappelijke literatuur omtrent logistieke samenwerkingen ligt tot nu toe vooral op verticale en laterale samenwerkingsverbanden, terwijl onderzoek naar horizontale samenwerking schaars blijft (Verdonck, 2017). Verticale samenwerking ontstaat wanneer twee of meer bedrijven uit verschillende niveaus van de keten samenwerken door middelen, informatie en verantwoordelijkheden met elkaar te delen (Simatupang & Sridharan, 2002). *Vendor managed inventory* (VMI) is een voorbeeld van verticale samenwerking waarbij de leverancier de hoeveelheid voorraad bepaalt van de distributeur, kleinhandelaar of producent (Lee & Cho, 2018). Horizontale samenwerking wordt door Cruijssen, Dullaert en Fleuren (2007c) omschreven als een samenwerking tussen twee of meer bedrijven die actief zijn op hetzelfde niveau van de keten en vergelijkbare activiteiten uitvoeren. Laterale samenwerking is een combinatie van horizontale en verticale samenwerking om een efficiënt netwerk te creëren tussen verladers en logistieke dienstverleners (Cruijssen et al., 2007c).

¹ Kmo's: Kleine en middelgrote ondernemingen

² Vervoerders: logistieke dienstverlenende bedrijven die orders ontvangen van verschillende soorten klanten om goederen te transporteren van locatie A naar locatie B (Cruijssen et al., 2007b).

³ Verladers: bedrijven in de logistieke keten die beroep doen op vervoerders om hun goederen te transporteren

In West-Europa vindt een opmars plaats van horizontale samenwerkingen tussen logistieke bedrijven. Cruijssen et al. (2007b) stellen vast dat in België en Nederland meer dan dertig horizontale samenwerkingsverbanden actief zijn. *DHB Logistiek* is een voorbeeld van een horizontale samenwerking tussen logistieke dienstverleners in de Benelux. De coalitie bestaat uit zes familiebedrijven en belooft een levertijd van maximaal 24 uur voor het verdelen van goederen in de Benelux (Facility en Supply Chain Management, 2016). DHB Logistiek streeft naar duurzame logistiek met minder transporten, minder afgelegde kilometers en minder CO₂ uitstoot dankzij de keuze voor horizontale samenwerking in plaats van overnames (DHB Logistiek, 2019). Deze doelstellingen kunnen beschouwd worden als wetenschappelijk onderbouwd, aangezien ze door meerdere auteurs worden aangehaald als voordelen van horizontale samenwerkingen. De **motieven** voor horizontale logistieke samenwerkingen worden onderverdeeld in zes grote categorieën: kosten & productiviteit, klantenservice, marktpositie, product gerelateerde motieven, externe motieven en het verwachte resultaat van de samenwerking (Verdonck, 2017; Cruijssen et al., 2007b). Het delen van bedrijfsmiddelen, kennis en investeringen zorgt voor meer efficiëntie, minder lege kilometers en lagere kosten (Bleek & Ernst, 1995; Verstrepen, Cools, Cruijssen, & Dullaert, 2009; Zigmans & Benas, 2007; Verdonck, 2017). Het streefdoel van DHB Logistiek om minder transporten uit te voeren kan deels in deze categorie van motieven voor horizontale samenwerkingen geplaatst worden. Een betere klantenservice kan door partners in de coalitie behaald worden door het uitbreiden van het dienstenportfolio en het verhogen van de kwaliteit van de huidige diensten (Cruijssen et al., 2007b; Verdonck, 2017). De belofte om binnen 24 uur te leveren is een voorbeeld van doelstelling op vlak van klantenservice. Door deel uit te maken van een horizontale samenwerking kunnen logistieke dienstverleners trachten nieuwe klanten aan te trekken die voorheen niet binnen de mogelijkheden lagen (Bleek & Ernst, 1995; Cruijssen et al., 2007b). De verspreide ligging van de zes bedrijven die tot DHB Logistiek behoren zorgen voor een distributiegebied dat de volledige Benelux bestrijkt. Vier bedrijven zijn in Nederland gevestigd, één bedrijf in België en één bedrijf in Luxemburg (DHB Logistiek, 2019). De categorie product gerelateerde motieven sluit nauw aan bij het uitbreiden van het dienstenportfolio. Verstrepen et al. (2009) delen de categorie externe motieven verder op in subcategorieën: klant gerelateerd, industrie gerelateerd en economie gerelateerd. Verdonck (2017) voegt milieu gerelateerd als vierde subcategorie toe. De laatstgenoemde subcategorie is een actueel thema met betrekking tot de klimaatverandering. DHB Logistiek speelt hierop in door het terugdringen van CO₂ emissies als uitgesproken doelstelling naar voren te schuiven (DHB Logistiek, 2019). Het verwachte resultaat van de samenwerking vormt de laatste categorie van motieven voor horizontale logistieke samenwerking. Dit is een algemene categorie die de positieve uitkomsten bundelt die behaald worden door als coalitie samen te werken.

Horizontale logistieke samenwerkingen zorgen naast voordelen ook voor **uitdagingen** voor de bedrijven in kwestie. Net als de motieven worden de uitdagingen onderverdeeld in categorieën: partnerselectie; identificatie en allocatie van gezamenlijke kosten en baten; operationele en praktische organisatie; onderhandelingsmacht; ICT-investeringen; en wetgeving. Een cruciale rol is weggelegd voor de identificatie en allocatie van gezamenlijke kosten en baten met het oog op een stabiele, langdurige samenwerking (Verdonck, 2017). Cruijssen et al. (2007c) stellen dat

wantrouwen omtrent een eerlijke verdeling een vroegtijdige beëindiging van de samenwerking kan veroorzaken.

Het tweede hoofdstuk van de literatuurstudie van deze masterproef wordt toegewijd aan kostenallocatie wegens het belang ervan in horizontale logistieke samenwerkingen (Verdonck, Beullens, Caris, Ramaekers, & Janssens, 2016). De verdeling van kosten en baten moet door elke partner in de samenwerking als eerlijk ervaren worden (Crujssens et al., 2007b). Omdat 'eerlijk' een zeer breed begrip is dat in deze context op meerdere manieren geïnterpreteerd kan worden, worden zeven **eerlijkheidscriteria** opgesteld in de wetenschappelijke literatuur (Shapley, 1971; Osborne, 2004; Frisk et al., 2010; Liu, Wu, & Xu, 2010 geciteerd in Verdonck, 2017): efficiëntie (of groep rationaliteit); individuele rationaliteit; subgroep rationaliteit; stabiliteit; symmetrie (of anonimiteit); dummy; en additiviteit. Op basis van deze eerlijkheidscriteria kunnen de gelijkenissen en verschillen tussen allocatiemethoden aangetoond worden. De wetenschappelijke literatuur bevat een omvangrijk aantal methoden om de gezamenlijke kosten en baten toe te wijzen aan de partners in een coalitie. Verdonck et al. (2016) verdelen de methoden over drie verschillende categorieën: proportionele allocatiemethoden; allocatiemethoden op basis van coöperatieve speltheorie; en allocatiemethoden met bijkomende gewenste eigenschappen. De hierboven vermelde eerlijkheidscriteria duiden aan welke eigenschappen elke methode bezit. **Proportionele allocatiemethoden** worden volgens Liu et al. (2010) het vaakst gebruikt door bedrijven vanwege de eenvoud. De gezamenlijke kosten en baten worden verdeeld over alle partners van de coalitie op basis van het volume dat ze vervoeren of de individuele kosten die ze zouden dragen wanneer ze autonoom zouden werken (Verdonck, 2017). **Allocatiemethoden op basis van coöperatieve speltheorie** worden als complex ervaren, maar voldoen aan meerdere eerlijkheidscriteria (Verdonck et al., 2016; Crujssens et al., 2007b). De meest onderzochte allocatiemethode op basis van coöperatieve speltheorie is de Shapley-waarde, die de kosten of baten verdeelt op basis van de geleverde bijdrage wanneer elke partner één na één toetreedt tot de coalitie (Verdonck et al., 2016). De categorie '**allocatiemethoden op basis van bijkomende eigenschappen**' is een verzameling van methoden die rekening houden met verschillende doelstellingen van samenwerkingsverbanden. De *equal profit method* (EPM), bijvoorbeeld, minimaliseert het verschil tussen de baten toegewezen aan alle partners opdat iedereen zich fair behandeld voelt. Deze methode is zinvol tijdens de opstartfase van een coalitie op gebied van communicatie en onderhandelingen (Frisk et al., 2010; Verdonck, 2017). Tijs en Driesen (1986) voegen drie allocatiemethoden toe aan deze categorie gebaseerd op de onderverdeling tussen deelbare en niet-deelbare kosten: *equal charge method*, *alternative cost avoided method*, en *cost gap method*.

De hierboven vermelde technieken vormen slechts een deel van het totale aanbod allocatiemethoden. Elke methode hanteert een unieke formule om de kosten en baten te verdelen. Deze berekeningen worden niet enkel uitgevoerd door managementteams bij het aangaan van horizontale logistieke samenwerkingen. Allocatie van kosten en baten wordt ook in een academische context bestudeerd. Een onderwijstool die enkele methoden simuleert kan studenten en docenten ondersteunen bij het behandelen van dit onderwerp. Gezien het kwantitatieve karakter, lijkt het gebruik van spreadsheets aangewezen om een onderwijstool te ontwikkelen. Het gebruik van

spreadsheets is volgens Baker en Sugden (2003) nergens zo markant als in het onderwijs. Wanneer studenten nieuwe concepten aangeleerd krijgen aan de hand van technologische toepassingen, moet er volgens Baker en Sugden (2003) geopteerd worden voor het gebruik van spreadsheets, op voorwaarde dat het aanleren van programmeren geen doelstelling is. Op deze manier wordt de moeilijkheid van het schrijven in programmeertaal ontnomen, waardoor de volledige focus van de studenten op de nieuwe concepten ligt. Het softwareprogramma Microsoft Excel wordt door Rubin en Abrams (2015) omschreven als het ideale programma om datamanagementvaardigheden, grafische voorstellingen van data en statistische analyses aan te leren. Een studie, uitgevoerd in 2014 door Fetter en Shockley, toont aan dat een onderwijstool in Excel, gelijkaardig aan het vooropgestelde doel voor de praktijkstudie van dit onderzoek, door studenten als nuttig wordt ervaren. De ontworpen spreadsheet in kwestie, die een volledige supply chain simuleert, toont hoe de resultaten verschillen van elkaar afhankelijk van de *input* van studenten. Uit deze resultaten werden vervolgens conclusies getrokken en beslissingen genomen.

1.2 Onderzoeksvragen

Het beoogde resultaat van deze thesis is een Excel spreadsheet die ter beschikking gesteld zal worden van studenten en professoren aan de Universiteit Hasselt. Hiermee moet het mogelijk zijn om de verschillen tussen kostenallocatiemethodes aan te tonen. Bovendien vormen o.a. gebruiksgemak, structuur en visualisatie kernelementen bij de ontwikkeling ervan. De centrale onderzoeksvraag luidt daarom als volgt: **'Aan welke eigenschappen dient een kwantitatieve onderwijstool te voldoen om de verschillen aan te tonen tussen kostenallocatiemethodes in een horizontale logistieke samenwerking?'.** Onderstaande bijvragen zullen helpen om het antwoord op deze centrale onderzoeksvraag te formuleren.

In eerste instantie wordt er getracht een idee te krijgen van het belang van kostenallocatie in horizontale samenwerkingen. De deelvraag **'Wat is het belang van kostenallocatie in een horizontale samenwerking?'** zal de maatschappelijke en economische relevantie van de thesis aantonen. Hoewel de Excel-tool in eerste instantie voor academische doeleinden bedoeld is, zal deze deelvraag duidelijk maken welke rol van betekenis een dergelijke tool zou kunnen spelen in de bedrijfswereld.

Verder is het van cruciaal belang om diepgaande informatie te verzamelen omtrent de effectieve technieken om kosten te verdelen in horizontale samenwerkingen. Aan de hand van de deelvraag **'Welke kostenallocatietechnieken worden voorgesteld in wetenschappelijke literatuur?'** worden de belangrijkste allocatiemethoden opgelijst en ten opzichte van elkaar vergeleken. Op basis van deze deelvraag, kunnen de meest geschikte kostenallocatiemethoden in de tool geïntegreerd worden.

Vervolgens wordt bekeken welke meerwaarde een onderwijstool in Microsoft Excel kan bieden in het doceren van operationeel onderzoek. Het antwoord op de deelvraag **'Wat is de toegevoegde waarde van een onderwijstool in Excel binnen het kader van operationeel onderzoek?'** zal de motieven en voor- en nadelen afwegen met betrekking tot het gebruik van een onderwijstool in

Excel door wetenschappelijke publicaties omtrent lesgeven aan de hand van spreadsheets te raadplegen.

Gezien het academisch gebruik van de tool, moeten uitkomsten correct weergegeven worden zodat studenten de juiste conclusies trekken. Door te zoeken naar veelgemaakte fouten of misinterpretaties bij het gebruik van spreadsheets, kunnen fouten in het eindproduct voorkomen worden. De voorlaatste deelvraag luidt daarom als volgt: **'Op welke manier kunnen misinterpretaties voorkomen worden door een goede lay-out?'**

De onderwijstool moet toegankelijk zijn voor alle studenten, ook voor zij die minder vertrouwd zijn met de software. De antwoorden op de deelvraag **'Hoe kan de tool ontworpen worden, zodat deze ook gemakkelijk te gebruiken is door studenten met een mindere voorkennis van Excel?'** zullen zorgen voor een aangename gebruikerservaring voor iedereen.

1.3 Methodologie

De masterproef bestaat uit een literatuuronderzoek enerzijds, en een praktijkgedeelte anderzijds. Door de literatuurstudie uit te voeren, wordt de nodige kennis verzameld om vervolgens een kwaliteitsvolle onderwijstool te kunnen ontwikkelen.

Het onderzoek in de literatuurstudie spitst zich toe op drie onderwerpen: horizontale samenwerking, kostenallocatie en het gebruik van spreadsheets als onderwijstool. Wetenschappelijke artikels en vakliteratuur kunnen als informatiebronnen geraadpleegd worden door gebruik te maken van de universiteitsbibliotheek van de Universiteit Hasselt, Google Scholar en Web of Science. Algemene zoektermen zoals '*horizontal collaboration*', '*cost allocation*' en '*use of spreadsheets*' dienen als startpunt. Resultaten van deze zoekopdrachten zullen globale inzichten verschaffen over de onderwerpen die aan bod komen in deze masterproef.

Vervolgens zullen specifiekere zoekopdrachten toelaten om verbanden te leggen, zodat de verschillende onderwerpen met elkaar verweven kunnen worden. Voorbeelden van deze zoektermen zijn: '*spreadsheets in supply chain management*' of '*cost allocation in horizontal collaborations*'.

Naast het literatuuronderzoek, zullen de lessen *Supply chain strategy*, die gedoceerd worden door de promotor van deze masterproef, een waardevolle bron van informatie zijn. Horizontale samenwerkingen en kostenallocatie komen aan bod komen tijdens theoretische hoorcolleges en praktische werksessies.

Het uiteindelijke doel van de masterproef is om een tool te ontwikkelen in Excel waarmee drie verschillende allocatiemethoden gesimuleerd kunnen worden voor coalities van twee tot en met vijf bedrijven. Dit onderdeel wordt beschouwd als de praktijkstudie van deze masterproef. Toekomstige gebruikers van de tool zullen gegevens kunnen ingeven, die vervolgens automatisch verwerkt worden tot de gewenste resultaten. De uitkomsten zullen op grafische wijze gevisualiseerd worden zodat de gelijkenissen en de verschillen tussen de drie methoden duidelijk geïnterpreteerd kunnen worden.

HOOFDSTUK 2: Horizontale logistieke samenwerking

2.1 Definities en terminologie

Horizontale logistieke samenwerking is een breed begrip dat op verschillende manieren gedefinieerd kan worden. Volgens Cruijssen et al. (2007c) betekent horizontale samenwerking voor logistieke dienstverleners dat twee of meer bedrijven, die actief zijn op hetzelfde niveau van de keten, de krachten bundelen. De bedrijven voeren gelijkaardige taken uit en kunnen zowel concurrerende als niet gerelateerde bedrijven zijn. Een horizontale samenwerking tussen bedrijven uit niet-concurrerende ketens komt volgens Naesens et al. (2007) vaker tot stand dan een samenwerking tussen concurrerende bedrijven. Een gebrek aan vertrouwen en het behouden van de competitieve positie zijn voor de hand liggende oorzaken hiervan (sectie 2.3.1 "Partnersselectie").

Naast horizontale samenwerking kunnen bedrijven verticaal of lateraal samenwerken. Verticale samenwerking ontstaat wanneer twee of meer bedrijven uit verschillende niveaus van de keten samenwerken door middelen, informatie en verantwoordelijkheden met elkaar te delen (Simatupang & Sridharan, 2002). *Vendor managed inventory* (VMI) is een voorbeeld van verticale samenwerking waarbij de leverancier de hoeveelheid voorraad bepaalt van de distributeur, kleinhandelaar of producent (Lee & Cho, 2018). De leverancier neemt beslissingen omtrent het leveren van producten op basis van data die door de distributeur, kleinhandelaar of producent verzameld worden. Laterale samenwerking is een combinatie van horizontale en verticale samenwerking om een efficiënt netwerk te creëren tussen verladers en logistieke dienstverleners (Cruijssen et al., 2007c). Het netwerk bevat bedrijven die zowel op hetzelfde niveau als op verschillende niveaus van de transportketen actief zijn (Cruijssen, 2006). *Lean logistics* is volgens Simatupang en Sridharan (2002) een voorbeeld van laterale samenwerking waarbij een netwerk van verladers en vervoerders opgezet wordt.

In de literatuur worden verschillende synoniemen gebruikt voor de term 'horizontale samenwerking', naargelang de intensiteit van de relatie tussen de bedrijven. In het algemeen worden twee uitersten gedefinieerd: *arm's length relationships* verwijzen naar samenwerkingen met een minimale intensiteit, de term *horizontal integration* (horizontale integratie) beschrijft samenwerkingen met een maximale intensiteit (Cruijssen et al., 2007c). Lambert, Emmelhainz, & Gardner (1999) maken een verdere onderverdeling tussen deze twee uitersten: type I, type II en type III.

Type I betreft samenwerkingen op korte termijn waarbij slechts één bepaalde afdeling binnen elke organisatie betrokken is. Dat type leunt het dichtst aan bij *arm's length relationships*. Activiteiten worden afzonderlijk uitgevoerd, maar wel op elkaar afgestemd (Lambert et al., 1999). In een Type II-samenwerking gaan bedrijven een stap verder en worden activiteiten wel geïntegreerd. Meerdere afdelingen binnen de partnerbedrijven nemen deel aan dat soort lange termijn-samenwerking met einddatum (Lambert et al., 1999). Een type III-samenwerking heeft geen einddatum en wordt, indien alles goed verloopt, aangegaan voor een zeer lange periode. Partners zien elkaar als een onmisbaar onderdeel van hun eigen onderneming en de integratie vindt plaats op nog grotere schaal (Lambert et al., 1999). Type III-samenwerkingen sluiten nauw aan bij horizontale integratie omwille van de hoge intensiteit gedurende een lange periode.

Naast de indeling op basis van intensiteit door Lambert et al. (1999) kunnen horizontale samenwerkingen ingedeeld worden in twee grote categorieën op basis van het soort bedrijven dat samenwerkt (Verdonck, 2017). Enerzijds kunnen **vervoerders** horizontaal samenwerken door klantenorders of capaciteit te delen. Anderzijds kunnen **verladers** horizontaal samenwerken door klantenorders te bundelen. Verladers zijn bedrijven die het transport van goederen uitbesteden. Dit kunnen zowel producenten als andere bedrijven binnen de toeleveringsketen zijn. Deze ondernemingen doen beroep op vervoerders, die in opdracht van verladers het transport van de goederen organiseren. Ter illustratie: Nike verdeelt vanuit haar magazijnen in Laakdal sportartikelen over heel Europa. Het transport wordt uitbesteed aan gespecialiseerde transportbedrijven zoals Essers, Arcese en Van Steenberghe. In dit verhaal is Nike de verlader, die aan meerdere vervoerders de opdracht geeft om de sportartikelen te transporteren naar de klanten.

De focus van deze thesis ligt op horizontale samenwerkingen waarbij logistieke dienstverleners, hierna afgekort als LSP's (*Logistics Service Providers*), gedurende een lange periode kosten en baten met elkaar delen. Uit de indeling door Lambert et al. (1999) blijkt dat type II, type III en horizontale integratie binnen deze afbakening vallen. Dit onderzoek situeert zich bovendien in de eerst vermelde categorie van de opsplitsing die Verdonck (2017) maakt, namelijk horizontale samenwerkingen tussen vervoerders. In sectie 2.2 en 2.3 worden respectievelijk de motieven en de uitdagingen voor horizontale samenwerking beschreven die logistieke dienstverleners ondervinden. Het tweede hoofdstuk beschrijft allocatiemethoden waarmee kosten en opbrengsten verdeeld worden in horizontale samenwerkingen tussen logistieke dienstverleners. Hoofdstuk 3 toont hoe het gebruik van spreadsheets geïntegreerd kan worden in onderwijs in operationeel onderzoek. Aan de hand van de geschreven masterproef wordt een onderwijstool ontwikkeld in Excel om simulaties van verschillende allocatiemethoden uit te voeren in een horizontale samenwerkingsomgeving.

2.2 Motieven voor horizontale logistieke samenwerking

Ondernemingen worden geconfronteerd met een toenemend aantal uitdagingen. Dalende winstmarges door toenemende concurrentie, producten met een kortere levenscyclus en klanten die producten zo snel mogelijk willen ontvangen tegen een zo laag mogelijke prijs zijn volgens Cruijssen et al. (2007b) de voornaamste voorbeelden hiervan. Parkhe (1993) stelt dat bedrijven in het algemeen samenwerkingen aangaan om de netto positieve waarde eruit te halen. Dat is de waarde die door Dyer en Singh (1998) gedefinieerd wordt als *relational rent* (relationele opbrengst). Relationele opbrengst wordt omschreven als een hoger dan normale opbrengst, gezamenlijk gecreëerd in een uitwisselingsrelatie, die niet behaald kan worden wanneer elk bedrijf geïsoleerd werkt (Dyer & Singh, 1998). De gezamenlijke karakteristieke bijdragen van de specifieke partners zijn essentieel om relationele opbrengst te verkrijgen (Dyer & Singh, 1998). Naast deze algemene voordelen blijkt uit een studie van Verdonck (2017) dat de motieven om een horizontale logistieke samenwerking aan te gaan onderverdeeld kunnen worden in zes categorieën.

2.2.1 Kosten en productiviteit

Horizontale samenwerking zorgt voor inzicht in de processen van de partners. Door te observeren kunnen bedrijven die deelnemen aan de coalitie bijleren met als doel de eigen processen te

verbeteren volgens Bleeke en Ernst (1995); Cruijssen et al. (2007c) (geciteerd in Verdonck (2017)). Lage beladingsgraad, lege kilometers⁴ en dalende winstmarges kunnen volgens Verstrepen et al. (2009) opgelost worden door vrachtwagens en/of distributiecentra te delen. Leitner, Meizer, Prochazka, & Sihn (2011) voegen daaraan toe dat elk bedrijf in de samenwerking kan profiteren van het transportnetwerk van de andere partners door efficiëntere routes op te stellen. Zigmas en Benas (2007) stellen in hun studie dat het gezamenlijk aankopen van producten of het gezamenlijk investeren in machines de kostprijs drukt omwille van het grotere bestelvolume. Wang en Kopfer (2011) geven aan dat zowel schaalvoordelen als synergievoordelen tot de voordelen van horizontale samenwerking behoren. Schaalvoordelen ontstaan door het hogere aantal klantenorders waardoor meerdere kleine orders gecombineerd kunnen worden in een rit (Wang & Kopfer, 2011). De term synergievoordelen verwijst naar het combineren van meerdere ritten zodat op de terugweg, die voorheen leeg afgelegd werd, een vracht kan worden meegenomen (Wang & Kopfer, 2011).

Horizontale samenwerking zorgt naast het drukken van kosten ook voor optimalisatie van de productiviteit. Bedrijven focussen steeds vaker op hun belangrijkste activiteiten (Lambert et al., 1999), om de productiviteit ervan te verhogen (Cruijssen et al., 2007b). Om ervoor te zorgen dat de ondersteunende activiteiten hier niet onder lijden, voeren partners in een horizontale samenwerking deze ondersteunende activiteiten uit. Verladers die transport en/of opslag van goederen uitbesteden aan LSP's is een passend voorbeeld.

2.2.2 Klantenservice

Een kwaliteitsvollere klantenservice behoort tot de motieven voor horizontale samenwerking volgens Cruijssen et al. (2007b) en Cruijssen et al. (2007c). Bedrijven kunnen op vlak van klantenservice op twee manieren trachten te voldoen aan de verhoogde verwachtingen van de klanten (Verdonck, 2017).

Eenzijds kan het dienstenportfolio van LSP's uitgebreid worden door vrachtwagens en distributiecentra te delen (Cruijssen et al., 2007c). Het delen van bedrijfsmiddelen tijdens horizontale samenwerking is volgens Verdonck (2017) voornamelijk interessant voor kleine en middelgrote ondernemingen (KMO's). KMO's kunnen op deze manier de concurrentie aangaan met grotere spelers in de logistieke dienstverleningssector. Ter illustratie: stel dat een willekeurige KMO X zonder samenwerking enkel goederen transporteert van punt A naar punt B. Door samen te werken met partner Y, kan KMO X gebruik maken van het distributiecentrum van partner Y. KMO X kan dankzij deze horizontale samenwerking opslag van goederen aan zijn dienstenportfolio toevoegen.

Anderzijds behoort een verhoogde kwaliteit van de diensten tot de motieven om horizontaal samen te werken (Cruijssen et al., 2007b). Enkele voorbeelden die in de studie van Cruijssen et al. (2007b) worden aangehaald zijn sneller leveren, vaker leveren en een groter geografisch bereik.

⁴ Lege kilometers: de kilometers die door vrachtwagens afgelegd worden wanneer de laadruimte leeg of slechts gedeeltelijk gevuld is (Verdonck, 2017).

2.2.3 Marktpositie

Een bijkomend voordeel van een grotere vloot en meer distributiecentra is de mogelijkheid om nieuwe klanten aan te trekken die voordien te veraf gelegen waren of te grote volumes verscheepten (Bleeke & Ernst, 1995; Cruijssen et al., 2007b). Deze nieuwe klantenrelaties zorgen voor behoud van marktaandeel en concurrentiële positie (Kogut, 1988; Cruijssen et al., 2007b). Ter illustratie: een vervoerder X regelt het transport binnen België voor bedrijven die binnen de Belgische landsgrenzen gevestigd zijn. Door een horizontaal samenwerkingsverband te sluiten met een Nederlandse vervoerder Y, krijgt de Belgische vervoerder X de kans om Nederlandse klanten aan te trekken en leveringen uit te voeren tussen beide landen.

2.2.4 Product gerelateerde motieven

Dankzij het delen van informatie, kennis en middelen kunnen LSP's die horizontaal samenwerken elkaars dienstenportfolio uitbreiden (Verdonck, 2017). Dit sluit nauw aan bij het verhogen van de klantenservice (sectie 2.2.2) met het oog op het inlossen van de verhoogde verwachtingen van de klanten.

2.2.5 Externe motieven

Naast de beschreven motieven voor horizontale samenwerking waarbij de LSP's zelf opteren om de krachten te bundelen met één of meer partners, ondervinden logistieke dienstverleners ook druk van buitenaf om deel te nemen aan een coalitie. Deze invloeden worden verzameld onder de noemer 'externe motieven' en Verstrepen et al. (2009) splitsen deze categorie verder op in drie subcategorieën: klant-, economie- en industriegerichte externe motieven. Volgens Verdonck (2017) mag een vierde subcategorie echter niet ontbreken: milieugerichte externe motieven.

2.2.5.1 Klant gerelateerde externe motieven

Zoals reeds aangehaald liggen de verwachtingen van de klanten hoger dan ooit tevoren. Ze gaan ervan uit dat LSP's zich flexibel opstellen en dat het transport op een betrouwbare en kwaliteitsvolle manier georganiseerd wordt. Dankzij het efficiënt plannen van routes in horizontale samenwerkingsverbanden kunnen klanten van LSP's profiteren van lagere tarieven en betere kwaliteit van geleverde diensten (Verdonck, 2017). Cruijssen en Salomon (2004) stellen net zoals Verdonck (2017) dat klanten voordelen ondervinden wanneer LSP's samenwerken. Ten eerste dalen de prijzen door de kostenbesparingen die LSP's ondervinden op korte termijn. Ten tweede stijgt de kwaliteit van de diensten door het feit dat routes samengesteld worden uit een grotere hoeveelheid orders. Ten derde beschikken de klanten dankzij horizontale samenwerkingsverbanden over een groep van transportfirma's. Er zijn meer vrachtwagens beschikbaar waardoor de betrouwbaarheid van de diensten stijgt (Cruijssen & Salomon, 2004).

2.2.5.2 Economisch gerelateerde externe motieven

Het economisch milieu vormt de tweede categorie van externe motieven die LSP's aanzetten tot horizontale samenwerkingsverbanden (Verdonck, 2017). Bedrijven moeten zich schikken naar vernieuwde regelgevingen, stijgende brandstofprijzen, verstrengde veiligheidsvoorschriften, verhoogde verzekeringspremies en verkeerscongestie (Mason, Lalwani, & Boughton, 2007). Het

aanpassen aan deze veranderingen zorgt voor dalende winstmarges die dankzij horizontale samenwerking opgevangen kunnen worden.

2.2.5.3 Industrie gerelateerde externe motieven

Grote concurrentie is een typerend kenmerk van de transportindustrie waardoor prijszetting competitief is en winstmarges klein zijn (Verstrepen et al., 2009; Cruijssen et al., 2007b; Verdonck, 2017). Deze omstandigheden maken het voor zelfstandige LSP's moeilijk om te overleven. Door middel van horizontale samenwerkingsverbanden trachten LSP's de concurrentiële positie van het logistieke netwerk waarin ze actief zijn te verbeteren dankzij baten zoals verhoogde efficiëntie (Cruijssen et al., 2007b; Verdonck, 2017).

2.2.5.4 Milieu gerelateerde externe motieven

Het milieuaspect wordt door Verstrepen et al. (2009) niet aangehaald, maar studies van onder andere Verdonck (2017), Cruijssen en Salomon (2004) en Van Lier, Caris, en Macharis (2016) tonen aan dat milieu wel degelijk tot de externe motieven voor horizontale samenwerkingen behoort. Het onderwerp is daarenboven actueel door de huidige maatschappelijke kritiek op het klimaatbeleid. Uit een studie omtrent CO₂e-uitstoot in de toeleveringsketen blijkt dat de logistieke sector een aandeel heeft van 5,5% in de totale CO₂e-uitstoot van alle menselijke activiteiten (World Economic Forum, 2009). De term CO₂e wordt gebruikt om aan te duiden dat, naast CO₂, alle andere soorten broeikasgassen meegenomen worden in de berekeningen (Writer, 2012). Wegtransport zorgt voor de grootste uitstoot van schadelijke broeikasgassen in vergelijking met andere transportmethoden (World Economic Forum, 2009). Het optimaliseren van logistieke netwerken wordt in het rapport van het World Economic Forum (2009) aangehaald als één van de mogelijkheden om de hoeveelheid schadelijke broeikasgassen te verminderen. Horizontale samenwerkingsverbanden kunnen in dat opzicht een oplossing bieden door het aantal afgelegde kilometers en het aantal gebruikte vrachtwagens te verminderen (Cruijssen & Salomon, 2004). Deze interne implicaties beïnvloeden ook de externe transportkosten. Van Lier et al. (2016) stellen dat wegtransport de minst duurzame transportmethode is omwille van verkeerscongestie. Schreyer et al. (2004) (geciteerd in Van Lier et al. 2016) maken volgend onderscheid in de externe kosten van transport: luchtvervuiling, klimaatverandering, verkeersongelukken, geluidshinder, impact op natuur en landschap, bijkomende kosten binnen de stedelijke gebieden en stroomop- en -afwaartse processen. Horizontale samenwerkingen leiden dankzij minder afgelegde kilometers en minder vrachtwagens tot lagere externe transportkosten op vlak van verkeerscongestie, verkeersongevallen en vervuiling (Cruijssen & Salomon, 2004; Van Lier et al., 2016).

2.2.6 Het verwachte resultaat van de samenwerking

Bovenstaande externe motieven stimuleren LSP's om voor horizontale samenwerkingsverbanden te kiezen. Naast de invloed van de omgevingsfactoren op LSP's opteren LSP's ook zelf om horizontaal samen te werken met het oog op het positieve resultaat ervan (Verdonck, 2017). Op financieel vlak streven de logistieke dienstverleners een hogere winstmarge en een lager investeringsrisico na. Het terugschroeven van de kosten vormt een tweede categorie volgens Song en Panayides (2002). Gezamenlijke aankopen leiden tot grotere aankoophoeveelheden, waardoor de coalitie van LSP's

meer druk uitoefent op de leveranciers (Cruijssen et al., 2007c). Horizontale samenwerkingen zorgen voor een efficiëntere organisatie van het transport, waardoor de transportkost eveneens daalt (Cruijssen et al., 2006). LSP's kunnen de kwaliteit en kwantiteit van de geleverde diensten verbeteren om aan de verhoogde verwachtingen van de klanten te voldoen (Cruijssen et al., 2007c). De verspreide geografische ligging van de coalitiepartners stelt de LSP's in staat om het klantenbestand uit te breiden (Cruijssen et al., 2007c). Een verbeterde operationele planning is de laatste categorie van positieve resultaten van horizontale samenwerkingen (Song & Panayides, 2002). Door aanvragen van klanten te bundelen stellen LSP's efficiëntere routes op en herpositioneren LSP's de bedrijfsmiddelen tegen een lagere kostprijs (Krajewska et al., 2008; Verdonck, 2017).

2.3 Uitdagingen voor horizontale logistieke samenwerking

2.3.1 Partnerselectie

Het aangaan van een horizontale samenwerking is een complex proces dat op een georganiseerde manier aangepakt moet worden. Het selecteren van de juiste partners is een cruciale fase in het proces. Brouthers K. D., Brouthers L. E., & Wilkinson (1995) stellen dat een samenwerking met een ongeschikte partner een slechtere uitkomst impliceert dan wanneer er niet samengewerkt wordt. LSP's kunnen volgens Verstrepen et al. (2009) opteren voor complementaire of supplementaire partners. In samenwerkingen tussen complementaire partners worden de zwaktes van bedrijf X opgevuld door de sterktes van bedrijf Y (en vice versa). In een supplementaire samenwerking zijn beide bedrijven gespecialiseerd in eenzelfde service, waardoor deze service op grotere schaal aangeboden kan worden.

Martin et al. (2016) ontwerpen een model om met geschikte partners een coalitie te vormen. De tweede fase van dit model staat in het teken van partnerselectie. Bedrijven toetsen eigen kenmerken af met de eigenschappen van de mogelijke toekomstige partners, om uiteindelijk te opteren voor het bedrijf of de bedrijven met de beste fit op vlak van vertrouwen en engagement, operationeel niveau, strategisch niveau en cultureel niveau (Van Breedam, Krols, en Verstrepen, 2005 geciteerd in Martin et al., 2016). Vertrouwen betekent in deze specifieke context dat LSP's verwachten dat hun partners geen opportunistisch gedrag vertonen (Martin et al., 2016). Vertrouwen ontwikkelt zich naargelang de tijd vordert en toont de intensiteit van de samenwerking aan (Sasaki & Marsh, 2012; Cheng, Yeh, & Tu, 2008). Golicic en Mentzer (2011, geciteerd in Martin et al., 2018) beaamen dit, maar voegen eraan toe dat er reeds vanaf het begin van de samenwerking een minimale hoeveelheid vertrouwen aanwezig moet zijn tussen alle deelnemende partijen.

2.3.2 Identificatie en allocatie van gezamenlijke kosten en baten

Uit de reeds beschreven motieven voor horizontale logistieke samenwerking blijkt dat bedrijven niet enkel samenwerkingsverbanden aangaan om een financieel voordeel te verkrijgen. Audy, Lehoux, D'Amours, en Rönnqvist (2010) verdelen de coöperatieve baten in **kwalitatieve baten** en **kwantitatieve baten**. Kwalitatieve baten (zoals het bijleren door de kennis van de partner) zijn in het algemeen niet deelbaar tussen de partners in de coalitie. Ondanks het feit dat kwantitatieve baten uit te drukken zijn in meeteenheden, kunnen niet alle kwantitatieve baten verdeeld worden

onder de partners in de coalitie (Audy et al., 2010). Ter illustratie van de deelbaarheid van kwantitatieve baten halen Audy et al. (2010) twee voorbeelden aan: kostenbesparing en snellere levertijden. Kostenbesparing is uit te drukken in geldeenheden en kan aan de hand van verschillende allocatiemethoden toegewezen worden aan de partners. Levertijden kunnen gekwantificeerd worden in tijdseenheden maar kunnen niet verdeeld worden. Enkel de individuele partner die dankzij de coalitie de snellere levertijden genereert, profiteert van de baat. Deze literatuurstudie alsook de praktijkstudie is gericht op deelbare kwantitatieve baten. In het vervolg van deze paper worden de termen 'kostenallocatie' en 'winstverdeling' afwisselend gebruikt. Het toewijzen van de collaboratieve kosten is namelijk gelijk aan het verdelen van de collaboratieve winst, gezien de som van de individuele winsten van de coalitiepartners gelijk is aan het verschil tussen de som van de individuele kosten en de totale kosten van de samenwerking (Verdonck, 2017).

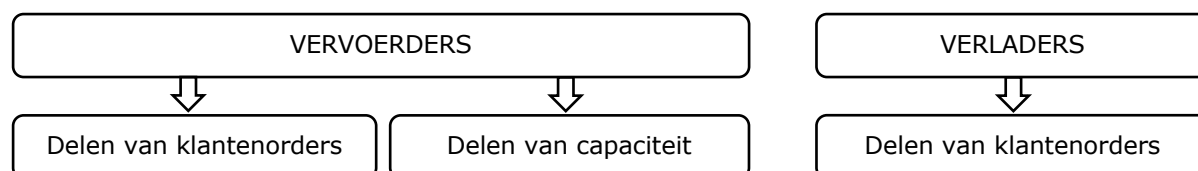
Krajewska et al. (2008) kwantificeren de kostenbesparing van een coalitie door de som van de kosten van alle coalitiepartners te vergelijken op twee momenten. **De totale kosten van de coalitie voor samenwerking (1)** worden berekend door de individuele kosten van alle autonome LSP's te sommeren op het moment dat de samenwerking nog niet actief is. **De totale kosten van de coalitie na samenwerking (2)** worden berekend door de individuele kosten van alle samenwerkende partners te sommeren op het moment dat de samenwerking wel actief is. Het verschil tussen (1) en (2) geeft de kostenbesparing weer die gerealiseerd werd door de samenwerking aan te gaan (Krajewska et al., 2008). Het toepassen van deze methode vereist dat elk bedrijf een overzicht heeft op haar kosten. Krajewska et al. (2008) maken de assumptie dat LSP's minstens over een globaal overzicht beschikken inzake kostenstructuur. Vos et al. (2002) (geciteerd in Martin, 2013) beschrijven echter dat het gedetailleerd analyseren een uitdaging vormt wanneer er onvoldoende gegevens beschikbaar zijn.

Na identificatie en kwantificatie kunnen kosten en baten gealloceerd worden aan de partners. Het eerlijk verdelen van kosten en baten in horizontale samenwerkingen is van essentieel belang (Verdonck, 2017). Bij wantrouwen omtrent de eerlijke verdeling bestaat de mogelijkheid dat de horizontale samenwerking tot een einde komt (Cruijssen et al., 2007c). Door kosten en baten op een eerlijke manier te verdelen trachten partners elkaar te overtuigen om het gemeenschappelijke doel na te streven waardoor de stabiliteit van de coalitie verbetert (Verdonck et al., 2016). Vanwege het belang van een eerlijke verdeling van kosten en baten is het tweede hoofdstuk van deze masterproef gewijd aan kwantitatieve methoden om gemeenschappelijke opbrengsten en besparingen te verdelen onder alle coalitiepartners. Het begrip 'eerlijk' in de context van kostenallocatie wordt tevens in hoofdstuk 2 gespecificeerd. Daarnaast worden drie allocatiemethoden in de praktijkstudie verder uitgewerkt.

2.3.3 Operationele en praktische organisatie

De verdeling van kosten en baten is slechts één van de onderwerpen waarover de coalitiepartners dienen te onderhandelen. Een horizontale samenwerking vereist volgens Verstrepen et al. (2009) een samenwerkingsstrategie waartoe alle partners zich verbinden. De tijdsduur, de motieven en het geografische gebied zijn minimumvereisten die in de samenwerkingsstrategie aanwezig moeten zijn.

De uiteenlopende visies en voorkeuren van de individuele bedrijven leiden in de praktijk tot lange onderhandelingen (Wang & kopfer, 2011; Verdonck, 2017). Horizontale logistieke samenwerkingen kunnen in de bedrijfswereeld op verschillende manieren georganiseerd worden. Afhankelijk van het soort bedrijven dat samenwerkt, kan geopteerd worden voor het delen van klantenorders en/of het delen van capaciteit. Figuur 1 geeft een algemeen overzicht van de operationele mogelijkheden voor vervoerders enerzijds en verladers anderzijds (Verdonck, 2017). Secties 2.3.3.1 en 2.3.3.2 beschrijven respectievelijk de verschillende mogelijkheden in detail.



Figuur 1: Operationele mogelijkheden voor vervoerders en verladers

2.3.3.1 Operationele organisatie van horizontale samenwerkingen tussen vervoerders

Vervoerders hebben volgens wetenschappelijke literatuur de keuze tussen twee manieren om de horizontale logistieke samenwerkingen te organiseren (Verdonck, 2017). Het **uitwisselen van klantenorders** is een eerste manier waarop vervoerders kunnen samenwerken. Aan de hand van meerdere technieken worden klantenorders toegewezen aan de partners die deelnemen aan de alliantie (Verdonck, 2017). Bloos en Kopfer (2011) stellen dat vervoerders klantenorders uitwisselen zodat de vraag naar hun logistieke diensten beter afgestemd wordt op het aanbod van de transportmiddelen. Vervoerders streven hiermee doelstellingen na zoals het optimaal benutten van de capaciteit, het opstellen van efficiëntere routes en het verminderen van *deadheading* (Bloos & Kopfer, 2011; Dai & Chen, 2011; Kopfer & Pankratz, 1999; Verdonck, 2017). *Deadheading* ontstaat wanneer vervoerders transportmiddelen leeg moeten verplaatsen om, in de meeste gevallen, aan de vraag van klanten te voldoen (Özener, 2008). Tijdens deze trajecten wordt de beschikbare capaciteit van de vrachtwagens niet gebruikt. Deze inefficiëntie leidt tot hogere operationele kosten (Özener, 2008).

Klantenorders worden, afhankelijk van de gekozen techniek, op verschillende manieren verdeeld over alle vervoerders die deelnemen aan de coalitie. Gezien de technieken geen cruciaal onderdeel uitmaken van dit onderzoek, worden enkel de twee meest onderzochte technieken kort toegelicht (Verdonck, Caris, Ramaekers, & Janssens, 2013). Coalities van vervoerders die opteren voor **gezamenlijke rittenplanning** verzamelen de klantenorders van alle partners in een centrale pool (Cruijssen, Bräysy, Dullaert, Fleuren, & Salomon, 2007a). Vervolgens worden efficiënte routes opgesteld die door de samenwerkende vervoerders worden uitgevoerd. Zo trachten de LSP's schaalvoordelen te behalen door de distributieregio's van alle partners bij elkaar te brengen (Cruijssen & Salomon, 2004; Cruijssen et al., 2007a; Verdonck, 2017). Bij **veiligingsmechanismen** bepalen LSP's, in tegenstelling tot bij *joint route planning*, op individuele basis welke klantenorders ze tegen welke prijs wensen uit te wisselen (Verdonck, 2017). Vervolgens vindt de uitwisseling plaats aan de hand van veilingstechnieken die de meest voordelige bundelcombinaties bepalen. Deze

bundels worden toegewezen aan de deelnemende LSP's waarna de gezamenlijke opbrengst verdeeld wordt over alle partners (Verdonck, 2017).

Een tweede manier waarop vervoerders horizontaal kunnen samenwerken is door **capaciteit te delen**. Agarwal en Ergun (2010) stellen in hun onderzoek dat de hoge kosten die verbonden zijn aan de vloot een drijvende factor zijn voor vervoerders om te opteren voor het delen van capaciteit. Hoewel hun onderzoek zich focust op maritiem vervoer, levert het delen van capaciteit ook voordelen op voor vervoerders die samenwerken in het wegtransport volgens Verdonck (2017). Het verhogen van de leverfrequentie en het optimaal benutten van de laadruimte zijn twee voordelen die vervoerders trachten te bereiken door het delen van laadruimte in vrachtwagens. In tegenstelling tot het delen van klantenorders wordt bij het delen van capaciteit geen private informatie uitgewisseld tussen de partners (Verdonck et al., 2016). Daarnaast kunnen LSP's kapitaalinvesteringen, zoals het aankopen van vrachtwagens, verdelen over alle partners in de coalitie. Verdonck et al. (2016) stellen dat vervoerders naast vrachtwagens ook magazijnen of distributiecentra (DC's) kunnen delen. In onderling overleg beslissen vervoerders in eerste instantie welke DC's geopend worden en vervolgens hoe de producten verdeeld worden over de verschillende DC's. Vervoerders in de coalitie trachten zo de totale kosten te drukken. De totale kosten bestaan uit drie delen (Verdonck et al., 2016): vaste kosten (kosten gelinkt aan de opening en dagelijkse werking van DC's), primaire transportkosten (kosten gelinkt aan het transport tussen depots en DC's) en secundaire transportkosten (kosten gelinkt aan het transport tussen DC's en klanten).

2.3.3.2 Operationele organisatie van horizontale samenwerkingen tussen verladers

Naast vervoerders die het transport uitvoeren kunnen ook verladers die het transport uitbesteden horizontaal samenwerken. In tegenstelling tot vervoerders hebben verladers geen keuze tussen het delen van orders en het delen van capaciteit. Verladers opteren om orders te delen met als doelstelling orders te bundelen en vervolgens aan te bieden aan vervoerders (Verdonck, 2017). Door het aanbieden van bundels in plaats van individuele orders trachten de verladers gunstigere tarieven af te dwingen bij vervoerders. Tarieven bevatten immers de kosten voor de herpositionering van vrachtwagens om het transport van verladers uit te voeren (Ergun et al., 2007). Door het risico op herpositionering te beperken, daalt de kostprijs die vervoerders aanrekenen voor het transport. Yilmaz en Savasneril (2012) maken een onderscheid tussen horizontale samenwerkingen tussen verladers op basis van de omvang van de transporten. Verladers die *full truckload shipments* (complete lading) verzenden kunnen samenwerken door efficiënte transportnetwerken op te stellen om de herpositioneringskosten te drukken. Kleinschalige verladers die op occasionele basis *less-than-truckload shipments* (deelladingen) verzenden kunnen ladingen consolideren om prijsvoordelen te behalen, op voorwaarde dat de vertrek- en aankomstplaatsen van de geconsolideerde transporten dicht bij elkaar gelegen zijn.

2.3.4 Onderhandelingsmacht

Onderhandelingsmacht speelt een belangrijke rol gedurende de volledige samenwerking en heeft een effect op de duurzaamheid van de samenwerking (Verdonck, 2017). Bleeke en Ernst (1995)

stellen dat de ontwikkelingen op vlak van relatieve onderhandelingsmacht aantonen of de samenwerking dreigt uit te monden in een overname van de ene partner door de andere partner. Relatieve onderhandelingsmacht bestaat uit drie factoren: de oorspronkelijke sterktes en zwaktes, de ontwikkeling van sterktes doorheen de tijd en het potentieel voor competitief conflict (Bleeke & Ernst, 1995). Een ongebalanceerde beginsituatie waarbij de relatieve onderhandelingsmacht van bedrijf X veel groter is dan die van bedrijf Y leidt uiteindelijk tot een overname van bedrijf Y door bedrijf X. Onverwachte overnames gebeuren wanneer de macht doorheen de tijd verschuift naar een bepaald bedrijf in de horizontale samenwerking. Ten slotte vormt het potentieel voor een competitief conflict een bedreiging voor de samenwerking. Ondanks de mogelijkheid tot samenwerking tussen concurrerende bedrijven in de definitie van horizontale samenwerking volgens Cruijssen et al. (2007c), stellen Bleek en Ernst (1995) dat samenwerkingen tussen concurrenten leiden tot conflicten wanneer de aangeboden producten of diensten en de geografische ligging overlappen. Deze conflicten drijven de bedrijven in kwestie tot overnames of fusies.

2.3.5 ICT-investeringen

Een meerderheid van de bedrijven die actief zijn in de transportsector zijn KMO's volgens Verdonck (2017). Wegens beperkte financiële middelen kunnen deze ondernemingen zich meestal geen dure ICT-systemen veroorloven (Gunasekaran & Ngai, 2003). Afhankelijk van de intensiteit van de horizontale samenwerking vormt dit een probleem. Verstrepen et al. (2009) stellen dat samenwerkingsvormen met zwakke intensiteit, zoals *arm's length relationships* en type I-relaties (sectie 2.1), geen zware ICT-investeringen vereisen. Samenwerkingsvormen met sterke intensiteit, zoals horizontale integratie of type III-relaties, ondervinden eveneens geen problemen met ICT-investeringen aangezien in dit soort samenwerkingen voldoende financiële middelen beschikbaar zijn om de investeringen door te voeren (Cruijssen, Cools, & Dullaert, 2005). Voor samenwerkingen met middelmatige intensiteit, zoals type II-relaties, vormen ICT-investeringen wel problemen. KMO's die dit soort samenwerkingen aangaan beschikken vaak niet over voldoende kapitaal terwijl de ICT-investeringen nodig zijn om de grote hoeveelheid data met alle partners te kunnen delen (Verstrepen et al., 2009).

2.3.6 Wetgeving

Overheden en instanties trachten het recht op mededinging te vrijwaren door middel van wetgeving. Mededinging op de markt beschermt enerzijds de consumenten door een uitgebreid aanbod van goederen en diensten aan concurrerende prijzen te behouden. Anderzijds kunnen bedrijven op een eerlijke manier met elkaar concurreren (FOD Economie, 2018). De Europese Unie hanteert eveneens strenge regels om een uniform beleid te voeren over de verschillende landsgrenzen heen. Alle vormen van kartels, waarbij bedrijven onder andere afspraken maken omtrent prijzen, verdeling van klanten of productiebeperkingen, zijn verboden (Europese Unie, 2018). Daarnaast is het bij wet verboden om misbruik te maken van een dominante marktpositie. Een marktaandeel groter dan 40% wordt als dominant beschouwd (Europese Commissie, 2013; Verdonck, 2017). Horizontale samenwerkingen worden gelimiteerd door het feit dat slechts een beperkt aantal partners mogen toetreden afhankelijk van hun marktaandeel (Cruijssen, 2006).

3. Kostenallocatie en winstdeling in horizontale logistieke samenwerking

3.1 Inleiding

In sectie 2.2 werd reeds beschreven dat LSP's horizontale samenwerkingen aangaan om het hoofd te bieden aan onder andere dalende winstmarges, hogere klantenverwachtingen en kortere levenscycli van producten. Het eerlijk verdelen van kosten en winst in een horizontaal samenwerkingsverband speelt een belangrijke rol in het verhelpen van de dalende winstmarges. Daarnaast blijkt uit sectie 2.3.2 dat de identificatie van gemeenschappelijke kosten en winst een lastige opgave vormt voor LSP's. De wetenschappelijke literatuur stelt een groot aantal methoden ter beschikking om kosten en winst te delen. Elke methode houdt rekening met verschillende parameters waardoor de uitkomst van de verdeling binnen eenzelfde coalitie wijzigt afhankelijk van de gekozen methode. Er bestaat geen 'perfecte methode' die geschikt is voor alle horizontale samenwerkingen. LSP's die samenwerken dienen de meest geschikte methode te kiezen op basis van de eigenschappen van hun coalitie zodat de samenwerking standhoudt op lange termijn (Verdonck, 2017). Naast het aan boord houden van huidige partners, dient een goede kostenallocatiemethode ook rekening te houden met de toekomst. Door nieuwe deelnemers toe te voegen kan het kostenvoordeel toenemen (Goffard, 2016).

Aan de hand van wetenschappelijke artikels kan een lijst van zeven eigenschappen opgesteld worden om te bepalen in welke mate de allocatiemethoden eerlijk zijn (Shapley, 1971; Osborne, 2004; Frisk et al., 2010; Liu et al., 2010 in Verdonck, 2017). (1) **Efficiëntie (of groep rationaliteit)** geeft aan of de totale kost of winst van de coalitie verdeeld wordt over alle deelnemers. (2) **Individuele rationaliteit** stelt dat geen deelnemer meer kosten moet dragen dan wanneer hij niet tot de coalitie zou behoren. (3) **Subgroep rationaliteit** vermijdt dat enkele deelnemers van de coalitie betere resultaten behalen door een subgroep te vormen. (4) **Stabiliteit** zorgt ervoor dat geen deelnemer of groep van deelnemers voordeel behaalt door de coalitie te verlaten. (5) **Symmetrie (of anonimiteit)** stelt dat de identiteit van de deelnemende LSP's geen invloed heeft op het resultaat. Een partner zou in coalitie A hetzelfde resultaat behalen als in coalitie B indien in beide coalities op dezelfde manier en met gelijkaardige bedrijven samengewerkt wordt. (6) **Dummy** verhindert dat deelnemers die geen bijdrage leveren een deel van de winst toegewezen krijgen. (7) **Additiviteit** bepaalt dat de kosten of baten van meerdere coalities bij elkaar gelijk moeten zijn aan de som van de kosten of baten van elke aparte coalitie. Verdonck (2017) verdeelt allocatiemethoden die toepasbaar zijn in horizontale logistieke samenwerkingen over drie categorieën: proportionele allocatie (sectie 3.2), allocatie op basis van speltheorie (sectie 3.3) en allocatie op basis van specifieke eigenschappen (sectie 3.4). In deze drie secties zullen de meest bekende allocatiemethoden beschreven worden. Met het oog op de praktijkstudie worden de drie allocatiemethoden die de tool zal bevatten verder in detail uitgewerkt in sectie 3.5.

3.2 Proportionele allocatiemethoden

Bedrijven hanteren de proportionele allocatiemethode het vaakst om winst en kosten te verdelen volgens Liu et al. (2010). De eenvoud zorgt ervoor dat de techniek makkelijk begrepen en geïmplementeerd wordt ondanks het feit dat stabiliteit niet verzekerd is. Dit impliceert dat partners

mogelijk betere resultaten behalen wanneer ze alleen werken in plaats van samen te werken (Özener, 2008). Proportionele allocatie houdt in dat de gezamenlijke winst van de coalitie gelijkmatig verdeeld wordt over alle deelnemende partners op basis van het volume dat ze vervoeren of de individuele kosten die ze moeten dragen indien ze niet zouden samenwerken (Verdonck, 2017). Cruijssen et al. (2007c) brengen naast het vervoerde volume en de alleenstaande kost nog andere parameters aan zoals het aantal bediende klanten, het aantal aangebrachte orders en het aantal uitgevoerde orders. Door het feit dat slechts één parameter gekozen kan worden om de kosten of opbrengsten te verdelen, kan er een vertekend beeld ontstaan omtrent de bijdrage van elke LSP. Deelnemende partners kunnen zich benadeeld voelen omdat hun werkelijke bijdrage ondergewaardeerd wordt (Cruijssen et al., 2007c). Stel ter illustratie dat een coalitie bestaat uit slechts twee partners, bedrijf X en bedrijf Y. Er werd beslist om de kosten en baten te verdelen aan de hand van proportionele allocatie op basis van het aantal bediende klanten. Bedrijf X bedient wekelijks enkele belangrijke klanten die telkens een groot volume willen vervoeren over een lange afstand. Bedrijf Y daarentegen neemt meerdere kleine klanten uit de buurt voor zijn rekening die slechts een beperkte hoeveelheid producten wensen te vervoeren. Vaak kan eenzelfde vrachtwagen twee klanten tegelijkertijd bedienen door de ladingen te combineren. De proportionele allocatiemethode op basis van het aantal bediende aantal klanten zal het merendeel van de winst of het kleinste deel van de kosten toewijzen aan bedrijf Y, terwijl bedrijf X grotere inspanningen levert. Op termijn zal bedrijf X niet langer accepteren dat zijn inspanningen ondergewaardeerd worden waardoor de coalitie mogelijk ten einde komt.

3.3 Allocatiemethoden op basis van coöperatieve speltheorie

Krajewska et al. (2008) stellen dat het probleem om kosten of opbrengsten te verdelen opgelost kan worden aan de hand van coöperatieve speltheorie. Coöperatieve speltheorie analyseert volgens Özener (2008) situaties waarin verschillende spelers baten nastreven door samen te werken. Hoewel LSP's de allocatiemethoden op basis van coöperatieve speltheorie als complex ervaren, voldoen deze methoden aan meerdere eerlijkheidscriteria (Verdonck et al., 2016; Cruijssen et al., 2007b).

De core van het coöperatief spel is een eerste allocatiemethode op basis van coöperatieve speltheorie waarvan de uitkomst efficiëntie en stabiliteit garandeert. Deelnemende LSP's kunnen niet profiteren door de coalitie te verlaten noch door een subcoalitie te vormen (Verdonck, 2017). Ondanks het feit dat de *core* voldoet aan enkele belangrijke criteria, is de uitkomst niet altijd wenselijk. Zowel meerdere uitkomsten, één uitkomst als een lege uitkomst behoren tot de mogelijkheden. Bij meerdere uitkomsten of een lege uitkomst dient er verder onderhandeld te worden, met mogelijk een andere allocatiemethode als gevolg. Technieken zoals *the least core* en de *minmax core*, bouwen verder op de *core* om met deze uitdagingen om te gaan (Verdonck et al., 2016).

De Shapley-waarde is een bekende allocatiemethode die aan elke speler het gewogen gemiddelde van zijn bijdrages aan alle (sub)coalities toekent, in de veronderstelling dat de grote coalitie ontstaat door bedrijven één na één toe te voegen (Verdonck et al., 2016). Krajewska et al. (2008) identificeren drie motieven voor het gebruik van de Shapley-waarde. (1) De Shapley-waarde

genereert altijd één en slechts één uitkomst, waardoor er geen verdere onderhandelingen moeten plaatsvinden. (2) De Shapley-waarde wordt berekend aan de hand van een formule, waardoor deze methode makkelijk te implementeren is voor bedrijven. (3) De Shapley-waarde wordt door spelers als 'eerlijk' ervaren. De Shapley-waarde ontstond reeds in 1953 en werd gebaseerd op vier grondstellingen (Frisk et al., 2010). De grondstellingen vervoegen de motieven van Krajewska et al. (2008) om voor de Shapley-waarde te opteren, aangezien deze grondstellingen deel uitmaken van de eerlijkheidscriteria. De Shapley-waarde voldoet aan het efficiëntie-criterium, het symmetrie-criterium, het dummy-criterium en het additiviteit-criterium (Frisk et al., 2010). Ondanks de voordelen is de Shapley-waarde niet de perfecte allocatiemethode. De gegenereerde uitkomst ligt mogelijk niet in de *core* van het coöperatief spel (Krajewska et al., 2008). In dit geval stelt de Shapley-waarde een unieke uitkomst voor die niet voldoet aan het criterium stabiliteit. Dit maakt het voor één of meerdere partners interessant om de samenwerking te verlaten, omdat ze een beter resultaat kunnen bewerkstelligen door alleen te werken of een subcoalitie te vormen.

De nucleolus, ontwikkeld door Schmeidler in 1969, minimaliseert het maximale overschot (Verdonck, 2017). Het maximale overschot wordt door Liu et al. (2010) gedefinieerd als het verschil tussen de toegewezen baten aan een coalitie en de alleenstaande kost van die coalitie. De nucleolus garandeert net als de Shapley-waarde een unieke oplossing en ligt in de *core* op voorwaarde dat die *core* niet leeg is (Verdonck, 2017; Frisk et al., 2010). De nucleolus voldoet dus aan het stabiliteit-criterium wanneer de *core* niet leeg is, en bevredigt eveneens het symmetrie-criterium en het dummy-criterium (Frisk et al., 2010). De nadelen die verbonden zijn aan het gebruik van de nucleolus zijn de complexiteit en het negeren van de individuele bijdrage van elke partner (Guajardo & Rönqvist, 2016; Liu et al., 2010).

3.4 Allocatiemethoden op basis van specifieke eigenschappen

In de praktijk ondervinden LSP's dat allocatiemethoden op basis van coöperatieve speltheorie mathematisch complex zijn. Daarenboven is het voor de bedrijven in kwestie niet altijd duidelijk of deze methoden wel degelijk tot een eerlijke en stabiele uitkomst leiden (Verdonck et al., 2016). De weigerachtige houding ten aanzien van de allocatiemethode kan leiden tot wantrouwen dat schadelijk is voor de samenwerking. Deze sectie beschrijft enkele allocatiemethoden die deels gebaseerd zijn op coöperatieve speltheorie, maar gemakkelijker te begrijpen zijn en rekening houden met specifieke eigenschappen van horizontale logistieke samenwerkingen (Verdonck, 2017).

Tijs en Driesen (1986) ontwerpen allocatiemethoden die de totale kosten in een samenwerking verdelen in twee delen, namelijk **deelbare en niet-deelbare kosten**. Eerst worden de deelbare (of marginale) kosten geïdentificeerd en toegewezen. Stel, ter illustratie, dat partner X toetreedt tot een bestaande coalitie, dan wordt de stijging van de kosten van de coalitie door toetreding van partner X bestempeld als de deelbare (of marginale) kosten van partner X. Na het kwantificeren en verdelen van de deelbare kosten, worden de overgebleven kosten van de coalitie beschouwd als niet-deelbare kosten. Tijs en Driesen (1986) stellen drie verschillende manieren voor om deze niet-deelbare kosten te verdelen: de **equal charge method** (ECM), de **alternative cost avoided method** (ACAM) en de **cost gap method** (CGM). De *equal charge method* verdeelt de niet-deelbare

kosten in gelijke delen over alle partners in de coalitie. De *alternative cost avoided method* wijst de niet-deelbare kosten toe aan de hand van gewichten die bepaald worden op basis van de individuele bijdrage van elke partner (Verdonck, 2017). De *cost gap method* verdeelt de niet-deelbare kosten aan de hand van gewichten, gebaseerd op de ruimte tussen de ondergrens en bovengrens van de coalitie. De ondergrens en bovengrens van een partner X staan respectievelijk voor de deelbare kost van partner X en de som van de deelbare kost van partner X en niet-deelbare kost van de coalitie (Tijs & Driesen, 1986; Verdonck, 2017).

Frisk et al. (2010) ontwerpen de **equal profit method (EPM)** met als doel de grootste relatieve verschillen op vlak van toegewezen baten te minimaliseren. De methode wordt als zinvol beschouwd voor horizontale samenwerkingen die in de opstartfase zitten omdat alle partners relatief gezien gelijke baten toegewezen krijgen. Dit faciliteert de onderlinge communicatie en onderhandelingen die tijdens de opstartfase gevoerd worden (Verdonck, 2017).

3.5 Allocatiemethoden in perspectief

Uit de hierboven beschreven allocatiemethoden worden drie methoden verder uitgewerkt in het vervolg van deze masterproef: proportionele allocatie op basis van volume; de Shapley-waarde; en de *alternative cost avoided method* (ACAM). In deze sectie komen de formules aan bod waarmee de kosten en baten verdeeld worden, gevolgd door de belangrijkste verschillen en gelijkenissen tussen de drie methoden. De praktijkstudie met bijhorende Excel-tool stelt de gebruikers ervan in staat om simulaties uit te voeren van horizontale samenwerkingen die één van deze drie methoden toepassen om kosten en baten toe te wijzen.

Proportionele allocatie op basis van volume behoort tot de categorie 'proportionele allocatie' (sectie 3.2). Het gedeelte van de totale winst van de coalitie dat aan partner i wordt toegewezen y_i , wordt berekend aan de hand van de volgende formule (Liu et al., 2010):

$$y_i = w_i * v(N)$$

$$\text{Waarin } w_i = \frac{z_i}{\sum_{j \in N} z_j}$$

In bovenstaande formule is w_i de coëfficiënt die het aandeel van partner i bepaalt op basis van het volume dat deze partner toevoegt aan de coalitie. Deze coëfficiënt wordt berekend door het vervoerde volume van partner i z_i te delen door de som van de volumes van alle partners in de coalitie $\sum_{j \in N} z_j$. De totale winst of kostenbesparing, gegeneerd door de grote coalitie N , wordt weergegeven door $v(N)$.

De Shapley-waarde is een welbekende allocatiemethode uit de categorie 'allocatie op basis van coöperatieve speltheorie' (sectie 3.3). De gealloceerde winst van partner i y_i wordt mathematisch uitgedrukt als volgt (Verdonck et al., 2016):

$$y_i = \sum_{S \subseteq N/\{i\}} \frac{(|S| - 1)! (|N| - |S|)!}{|N|!} [c(S \cup i) - c(S)]$$

In bovenstaande formule verwijst $| \cdot |$ naar het aantal deelnemers in de (sub)coalitie, terwijl $c(\cdot)$ verwijst naar de kost van de (sub)coalitie in kwestie. De letter S wijst op een subcoalitie, de letter N staat voor een grote coalitie (d.i. wanneer alle mogelijke partners effectief deelnemen).

De alternative cost avoided method (ACAM) behoort tot de categorie 'allocatie op basis van specifieke eigenschappen' (sectie 3.4). Onderstaande formule wordt toegepast om het deel van de winst dat aan partner i wordt toegewezen y_i te berekenen (Verdonck et al., 2016):

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

In bovenstaande formule staat m_i voor de deelbare kost van partner i , ook wel de marginale kost van partner i genoemd. De deelbare kost m_i wordt berekend door de kosten van partner i af te trekken van de kosten van de grote coalitie N , wiskundig genoteerd als $c(N) - c(N/i)$.

De eerlijkheidscriteria werden in sectie 3.1 reeds algemeen toegelicht en in de daaropvolgende secties werd er telkens naar verwezen. Tabel 1 geeft ter recapitulatie een overzicht van de eerlijkheidscriteria waaraan de drie gekozen methoden al dan niet voldoen (Verdonck et al., 2016).

Eerlijkheids criterium	Proportioneel (volume)	Shapley-waarde	ACAM
Groep rationaliteit (efficiëntie)	✓	✓	✓
Individuele rationaliteit		✓	
Subgroep rationaliteit			
Stabiliteit			
Symmetrie (anonimiteit)		✓	✓
Dummy		✓	
Additiviteit		✓	

Tabel 1: Eerlijkheidscriteria van proportionele allocatie (volume), Shapley-waarde en ACAM

De drie allocatiemethoden vertonen een belangrijke gelijkenis op vlak van het stabiliteit-criterium. Vanuit het coöperatief speltheoretische oogpunt is het mogelijk dat een deelnemer dankzij de samenwerking een hogere kost zal ervaren dan wanneer hij alleen zou opereren (Liu et al., 2010; Verdonck, 2017; Verdonck et al., 2016). De proportionele allocatiemethode op basis van volume is gemakkelijk te begrijpen en te berekenen, al komt dit voordeel niet terug in de lijst met eerlijkheidscriteria (Liu et al., 2010). Op dat vlak scoort de Shapley-waarde, die aan vijf van de

zeven criteria voldoet, het best. Bovendien zorgt de Shapley-waarde voor een voordeel aan de onderhandelingstafel omdat er altijd een unieke oplossing gevonden wordt (Verdonck, 2017). De *alternative cost avoided method* is iets complexer dan de proportionele verdeling op basis van volume, maar blijft transparant, verstaanbaar en relatief makkelijk bruikbaar (Verdonck, 2017; Tijss & Driessen, 1986). Bovendien garandeert de *alternative cost avoided method* wel het symmetrie-criterium, in tegenstelling tot de proportionele verdeling op basis van volume.

HOOFDSTUK 4: Onderwijs in operationeel onderzoek

4.1 Inleiding

Het verdelen van kosten en baten in horizontale logistieke samenwerkingen aan de hand van wiskundige modellen kan beschouwd worden als een onderdeel van operationeel onderzoek (Le, 2017). De term *operational research game* linkt operationeel onderzoek aan speltheorie. De uitkomsten van een speltheoretisch probleem, in deze context het verdelen van kosten en baten, worden berekend door middel van technieken gebaseerd op operationeel onderzoek (Le, 2017). Operationeel onderzoek is het gebruik maken van kwalitatieve of kwantitatieve modellen om besluitvorming te ondersteunen in complexe problemen (Monks, 2016; Pitt, Monks, Crowe, & Vasilakis, 2015). Operationeel onderzoek ontstond reeds in 1936 ter ondersteuning van het Britse leger tijdens Wereldoorlog II (Johnes, 2014). Het einde van Wereldoorlog II betekende echter niet het einde van operationeel onderzoek, dat zich nadien focuste op problemen en vraagstukken op vlak van logistiek, modellering en planning (Gass, 1994 in Johnes, 2014). In de dertig jaren die volgden op de tweede Wereldoorlog floreerde operationeel onderzoek, onder meer dankzij de implementatie in de bedrijfswereld (Pauca-Caceres & Pagano, 2011; Keys, 1995). De introductie van operationeel onderzoek in het onderwijs vergde echter meer moeite wegens het ontbreken van het winstmotief. De doorbraak volgde uiteindelijk door de publicatie van meerdere artikels die de relevantie van operationeel onderzoek binnen het onderwijs en andere domeinen aantoonde (Johnes, 2014). Thiriez (2001) onderzoekt hoe onderwijs in operationeel onderzoek verbeterd kan worden door het gebruik van spreadsheets. In sectie 4.2 wordt het gebruik van spreadsheets beschreven, gevolgd door de voor- en nadelen ervan. Sectie 4.3 vormt de overgang naar de praktijkstudie door te beschrijven hoe spreadsheets optimaal ontworpen en gevisualiseerd kunnen worden.

4.2 Gebruik van spreadsheets

De elektronische spreadsheet werd in 1979 ontwikkeld door Dan Bricklin en Bob Frankston (Bricklin, 2018). Oorspronkelijk bestond het softwareprogramma, VisiCalc genaamd, uit rijen en kolommen waarmee oprichter Dan Bricklin iteratieve berekeningen kon uitvoeren. Van der Aalst (2015) stelt dat spreadsheets een cruciale rol speelden in het gebruik van computers in de bedrijfswereld. De lancering van software zoals VisiCalc en Lotus 1-2-3 zorgden voor een sterke toename in de verkoopcijfers van respectievelijk Apple II-computers en IBM-computers (van der Aalst, 2015; Rakovic, Sakal, & Pavlicevic, 2014). Microsoft Excel werd in 1985 gelanceerd en na vijf jaar werd het programma marktleider. Ondertussen bevatten programma's zoals Microsoft Excel wiskundige en statistische functies, mogelijkheden tot visuele weergaves en *add-ins*⁵ zoals Microsoft Excel Solver (Baker & Sugden, 2003). Thiriez (2001) stelt dat de opkomst van spreadsheets zorgde voor een snelle ontwikkeling in de bedrijfswereld op vlak van het uitvoeren van simulaties. In academische omgeving werden spreadsheets echter als gadgets bestempeld. Academics prefereerden krachtigere en meer complexe software (Thiriez, 2001). Baker en Sugden (2003) zien in de toekomst echter een steeds belangrijker rol weggelegd voor spreadsheets binnen het

⁵ Een softwareprogramma dat kan toegevoegd kan worden aan een bestaand programma om extra functionaliteiten en mogelijkheden te verkrijgen.

onderwijs. In de academische wereld zijn spreadsheets een efficiënte tool om de basis van modellering en programmering aan te leren (Thiriez, 2001). Studenten zijn volgens Munisamy (2009) zelf vragende partij om vaardigheden met betrekking tot modellering en het gebruik van spreadsheets aangeleerd te krijgen. Ze beseffen dat deze praktische vaardigheden vereist worden wanneer ze aan hun professionele carrière beginnen.

4.3 Voor- en nadelen van het gebruik van spreadsheets

LeBlanc en Grossman (2008) stellen dat de beschikbaarheid van spreadsheets op alle computers een groot voordeel vormt in vergelijking met andere software voor operationeel onderzoek. Wegens het gebruik van spreadsheets voor belangrijke doeleinden in de bedrijfswereld, wordt het gebruik van spreadsheets geaccepteerd door managers en beleidsmakers binnen bedrijven (Croll, 2005; LeBlanc & Grossman, 2008). Softwareprogramma's stellen de gebruikers in staat om de functionaliteiten uit te breiden door de installatie van *add-ins*, waardoor het programmeerproces wegvalt (LeBlanc & Grossman, 2008). De *add-in* genereert de gewenste uitkomsten en visualisaties automatisch op basis van de ingevoerde data. Gebruikers moeten als dusdanig zelf geen simulatiemodellen opstellen waardoor de focus volledig naar het analyseren en interpreteren van de resultaten kan gaan (Thiriez, 2001). Enkele voorbeelden van *add-ins* voor Microsoft Excel zijn '*Crystal Ball*' en '*Precision Tree*'. Gezien er voor de praktijkstudie van dit onderzoek geen gebruik gemaakt wordt van *add-ins*, worden deze twee programma's slechts kort omschreven ter illustratie. '*Crystal Ball*' is een *add-in* die zowel in de academische omgeving als in de bedrijfswereld gebruikt wordt om stochastische simulaties uit te voeren (Thiriez, 2001). '*Precision Tree*' voegt de mogelijkheid toe om beslissingsbomen grafisch voor te stellen in Microsoft Excel (Thiriez, 2001). Stinson (2002) beschrijft specifieke voordelen van spreadsheets op vlak van kostenallocatie. In vergelijking met manuele berekeningen worden rekenfouten vermeden. Terugkerende informatie zoals formules, titels en labels moeten niet telkens opnieuw ingegeven worden waardoor de efficiëntie van het proces beduidend hoger ligt in vergelijking met manuele berekeningen.

Naast de reeds vermelde voordelen zijn er ook nadelen verbonden aan het gebruik van spreadsheets. Zowel LeBlanc en Grossman (2008) als Thiriez (2001) waarschuwen voor het gebruik van Excel Solver. Deze solver zit inbegrepen bij aankoop van Microsoft Excel, maar de functionaliteiten ervan zijn beperkt. Er bestaan meerdere professionele varianten die makkelijk te installeren zijn om de Excel Solver te vervangen. '*Premium Solver*' en '*Interval Solver*' zijn twee voorbeelden van *add-ins* die Excel Solver kunnen vervangen (Thiriez, 2001). Het debuggen⁶ van een spreadsheet vormt volgens Baker en Sugden (2003) een belangrijk nadeel. Bijgevolg is het moeilijk om te verzekeren dat een model volledig correct is. De gevolgen van dit nadeel blijven echter beperkt door de technologie die tegenwoordig beschikbaar is. Moderne spreadsheetprogramma's zoals Microsoft Excel bevatten een ingebouwde toepassing die fouten opspoorde en aanduidt, om vervolgens verbeteringen door te voeren. Anderzijds stellen Baker en Sugden (2003) dat, in een academische context, fouten en tekortkomingen de studenten kunnen aanzetten tot het oplossen ervan in het kader van hun opleiding.

⁶ Debuggen is een computerterm om 'het verwijderen van fouten' te beschrijven.

De aangehaalde voor- en nadelen uit de wetenschappelijke literatuur tonen aan dat het gebruik van spreadsheets zowel in de bedrijfswereld als in het onderwijs nuttig is. In de praktijkstudie worden specifieke voor- en nadelen beschreven die tijdens het ontwerpen van de onderwijstool aan het licht kwamen.

4.4 Visualisatie, structuur en gebruiksgemak

Volgens Munisamy (2009) zijn documentatie en leesbaarheid twee belangrijke elementen wanneer problemen gemodelleerd worden in spreadsheets met als doel om de bevindingen erna te communiceren, te presenteren of te gebruiken in andere rapporten. Volgens Conway en Ragsdale (1997) geven spreadsheets gebruikers de vrijheid om problemen te modelleren zoals ze zelf willen. Er zijn geen restricties of verplichte structuren die gevolgd dienen te worden. Bovendien stellen Conway en Ragsdale (1997) dat spreadsheets in een bedrijfsomgeving voornamelijk gebruikt worden om te rapporteren en informatie te communiceren naar managers. In functie hiervan moeten de relevante aspecten op een duidelijke en aantrekkelijke manier gecommuniceerd worden. De onderwijstool, in de eerste plaats weliswaar ontworpen voor academische doeleinden, simuleert de verdeling van kosten in een horizontale samenwerking tussen bedrijven. Net als in een bedrijfsomgeving, moeten de studenten de resultaten van de simulatie op een visueel duidelijke manier interpreteren. Sectie 4.4 bevat daarom de aandachtspunten die tijdens de praktijkstudie in bedenkning zullen worden genomen om een gestructureerde onderwijstool te bekomen.

Een gestructureerde methodologie leidt tot betere spreadsheetmodellen en een hogere betrouwbaarheid (Munisamy, 2009). De gestructureerde methodologie begint met een plan voor de algemene lay-out. Het plan moet ervoor zorgen dat de *input*, de beslissingsvariabelen en de *output* van elkaar gescheiden blijven, door gebruik te maken van duidelijke titels en/of kleurencodes (Munisamy, 2009; Conway & Ragsdale, 1997). Daarnaast wordt het gebruik van labels, formattering van cellen, opmerkingen en tekstvakken aangeraden (Munisamy, 2009).

Aan de hand van deze vergaarde kennis in de literatuurstudie van deze masterproef werd de onderwijstool effectief in Microsoft Excel ontwikkeld. De praktijkstudie in hoofdstuk vijf bevat een handleiding voor de tool en beschrijft de aandachtspunten en de voor- en nadelen ervan. Bijlage 1 tot en met 7 biedt een globaal overzicht van de onderwijstool. Elke bijlage toont één Microsoft Excel tabblad van de onderwijstool.

HOOFDSTUK 5: Praktijkstudie

5.1 Inleiding

De verworven inzichten uit de literatuurstudie worden aangewend om een Excel-tool te ontwikkelen waarmee kosten in horizontale samenwerkingen verdeeld worden aan de hand van drie allocatiemethoden. Voor coalities van twee tot en met vijf bedrijven kunnen gebruikers de proportionele allocatiemethode op basis van volume, de Shapley-waarde en de *alternative cost avoided method* toepassen. De tool dient als ondersteunend hulpmiddel voor studenten en docenten die respectievelijk allocatiemethoden aangeleerd krijgen en doceren. Iteratieve berekeningen worden automatisch uitgevoerd op basis van de ingevoerde data met als uitkomst de verdeling van de kosten in de coalitie op drie verschillende manieren.

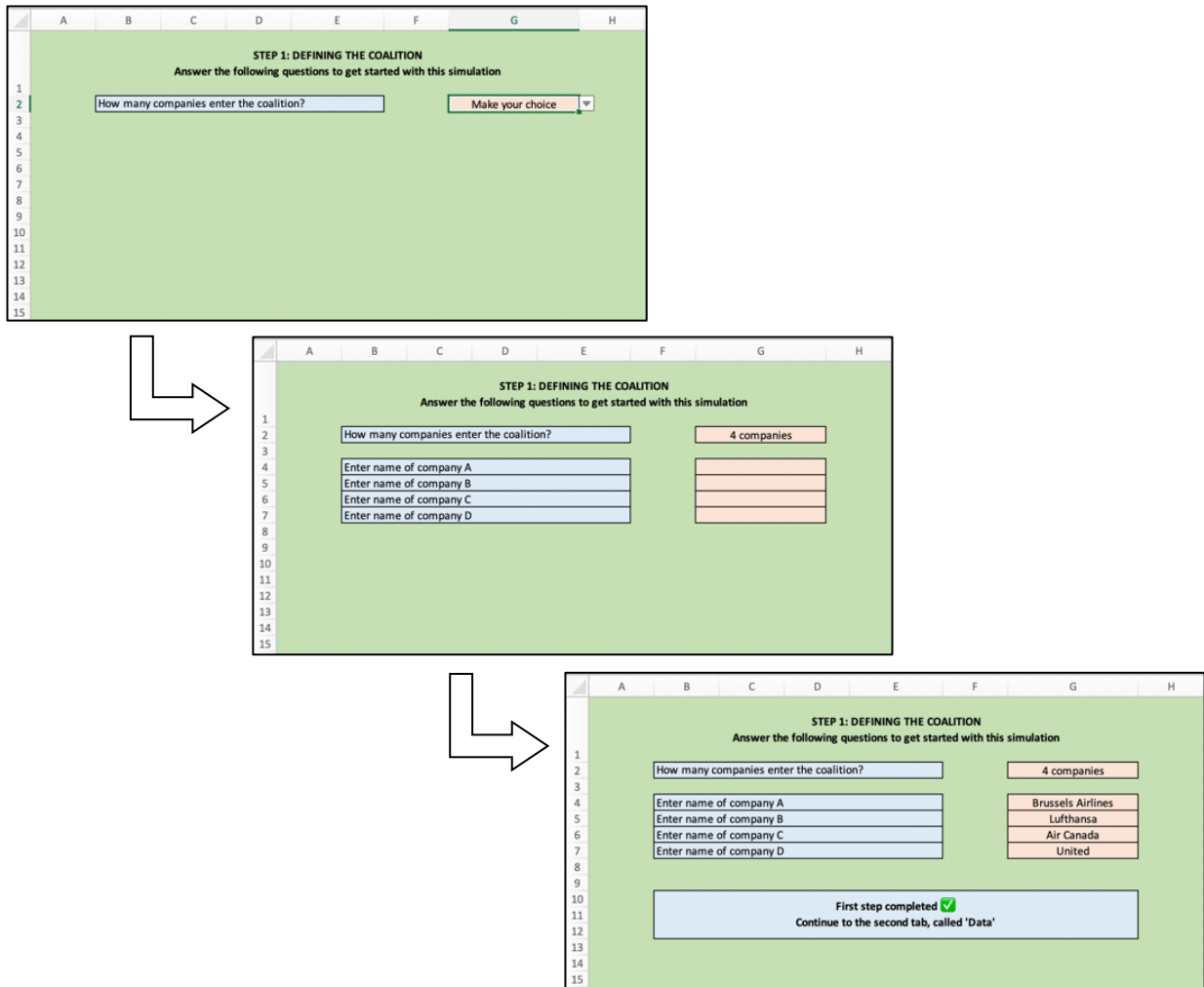
De tool is volledig in het Engels geschreven omdat het merendeel van de termen in de logistieke context beter bekend zijn in het Engels dan in het Nederlands. De keuze voor het Engels zorgt ervoor dat de titels, instructies en info overeenkomen met de terminologie die onder andere gebruikt wordt bij het invullen van de data. De keuze van het Engels als taal past eveneens binnen de academische toepassing. De taalkeuze zorgt namelijk voor een breed toepassingskader op vlak van studenten en docenten.

Het vervolg van het vierde hoofdstuk bevat een gedetailleerde beschrijving, de voordelen en de aandachtspunten van de Excel-tool. Sectie 5.2 volgt de structuur van de tool en licht één voor één de stappen toe die de gebruikers doorlopen. Deze sectie vormt een belangrijk onderdeel van de praktijkstudie aangezien ze als dienst kan doen als handleiding voor de gebruikers van de tool. Aansluitend worden in sectie 5.3 de belangrijkste aandachtspunten uitgebreid beschreven om problemen tijdens het gebruik te voorkomen en correcte uitkomsten te verzekeren. Ten slotte worden de voor- en nadelen van de tool opgelijst in secties 5.4 en 5.5. De volledige onderwijstool is opgenomen in bijlage 1 tot en met bijlage 7.

5.2 Handleiding

STAP 1: Introductie

In het eerste scherm dienen studenten een keuze te maken omtrent het aantal bedrijven dat zal deelnemen aan de coalitie. Het *drop-down menu* geeft de keuze tussen coalities van twee tot en met vijf partners. Op basis van deze *input* wordt de lay-out doorheen de hele tool afgestemd op het juiste aantal partners. Het tabblad is dynamisch, waardoor het zich automatisch uitbreidt wanneer de studenten bepaalde cellen invullen. Dit zorgt voor overzichtelijkheid aangezien de focus telkens op de eerstvolgende uit te voeren opdracht ligt. Figuur 2 toont hoe het tabblad uitgebreid wordt naarmate de studenten gegevens invullen. Ter illustratie toont deze praktijkstudie de werking van de tool aan de hand van een samenwerking tussen vier partners van Star Alliance met enkele bekende luchtvaartmaatschappijen. De gegevens, die in het vervolg van deze praktijkstudie gehanteerd worden, zijn willekeurig gekozen en louter illustratief.



Figuur 2: Stapsgewijze aanpassing 1^{ste} tabblad

Naast het dynamische aspect zorgt ook het gebruik van kleuren voor een duidelijke tool. Elke kleur heeft een eigen functie: **blauwe cellen** bevatten info, titels of data die enkel gelezen moet worden, **groene cellen** vormen de achtergrondkleur en **oranje cellen** dienen door de studenten ingevuld te worden. Zodra de studenten elk bedrijf benoemd hebben, verschijnt er een melding die aangeeft dat stap 1 voltooid is.

STAP 2: Dataverzameling

Het tweede tabblad verzamelt alle nodige gegevens om de berekeningen uit te voeren. Deze gegevens dienen ter beschikking gesteld te worden van de studenten. Het tabblad is opgedeeld in drie verschillende kaders zodat de gegevens overzichtelijk onderverdeeld staan. Het eerste kader bevat algemene gegevens van alle betrokken partners (bijvoorbeeld: de gemiddelde vraag, de standaardafwijking van de vraag en de bestelkosten); het tweede kader bevat de gegevens wanneer elke partner individueel werkt (bijvoorbeeld: de bestelhoeveelheid, het gemiddelde voorraadniveau en het aantal transporten); het derde kader bevat de gegevens wanneer alle partners samenwerken in een coalitie (bijvoorbeeld: het aantal zelfgeorganiseerde transporten, het aantal transporten waar elke partner tot toetreedt en de bestelhoeveelheden voor de twee eerder vermelde transporten).

Elke regel toont de eenheid waarin de gegevens ingevuld dienen te worden. Deze eenheden moeten nauwkeurig gevolgd worden om vertekende eindresultaten te vermijden.

STEP 2: DATA ENTRY
1) Enter the general company data of all partners below

Participating partners		Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United
Average demand	in units/week	5	10	5	10
Standard deviation of demand	per week	2,50	5,00	2,50	5,00
Annual inventory holding cost	in €/unit/year	25,00	7,50	25,00	7,50
Major order cost	in €	50	75	50	75
Minor order cost	in €	10	10	10	10
Total shipment lead time	in weeks	1	1	1	1
Required service level	in %	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%

2) Enter the data of all partners WITHOUT COLLABORATION

Participating partners		Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United
Order quantity	in units	35	100	35	100
Reorder point	in units	12	25	12	25
Current service level	in %	92,00%	92,00%	92,00%	92,00%
Average inventory level	in units	20,00	50,00	20,00	50,00
Average weeks' worth of inventory	in weeks	4,00	5,00	4,00	5,00
Number of transports	in transports/year	100	60	100	60

3) Enter the data of all partners WITH COLLABORATION

Participating partners		Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United
Order quantity when self-initiated	in units	30	80	30	80
Reorder point	in units	12	25	12	25
Joined transport quantity	in units	20	70	20	70
Current service level	in %	92,25%	93,00%	92,25%	93,00%
Average inventory level	in units	17,50	55,00	17,50	55,00
Average weeks' worth of inventory	in weeks	3,50	5,25	3,50	5,25
Number of self-initiated transports	in transports/year	90	50	90	50
Number of transports joined	in transports/year	25	30	25	30

Second step completed
Make sure to check for small mistakes or typo's before progressing to step 3!

Figuur 3: Dataverzameling

Net zoals in stap 1 verschijnt er een melding wanneer alle oranje cellen ingevuld zijn. Deze melding geeft de tip om de ingevulde gegevens nogmaals grondig na te kijken op fouten. Tijdens het testen van de tool werd een belangrijke valkuil opgemerkt in dit tabblad. Wanneer gebruikers een cel horizontaal kopiëren omdat de gegevens op die specifieke rij voor meerdere bedrijven gelijk zijn, wordt automatisch de formattering ook gekopieerd. De formattering is echter voor elke kolom uniek, zodat de kolommen zichtbaar of onzichtbaar zijn, afhankelijk van het gekozen aantal bedrijven in de coalitie. Dit probleem kan door de gebruiker van de tool op twee simpele manieren vermeden worden: (1) door elke cel apart in te vullen of (2) door bij het kopiëren te kiezen voor de optie "fill without formatting" ("vul zonder te formatteren"). Aansluitend hierbij behandelt sectie 5.3 in detail alle aandachtspunten die gebruikers in acht moeten nemen.

STAP 3: Berekeningen

Het derde tabblad heeft dezelfde structuur en onderverdeling als het voorgaande tabblad. Het verschil is dat alle kaders een lichtblauwe kleur hebben, wat aantoont dat de gebruikers van de tool geen gegevens moeten invoeren in dit tabblad. Zoals de titel reeds vermeldt, worden berekeningen uitgevoerd aan de hand van formules. De gegevens van het voorgaande tabblad worden als *input* gebruikt, de gegenereerde *output* komt later van pas bij het toepassen van de verschillende allocatiemethoden.

Het eerste kader (figuur 4) berekent de algemene gegevens van de bedrijven. Op basis van de servicegraad wordt bijvoorbeeld de z-waarde bepaald, die vervolgens gebruikt wordt om de veiligheidsvoorraad te berekenen.

STEP 3: CALCULATIONS BASED ON DATA ENTRY					
This tab calculates all the necessary inputs in order to apply cost allocation methods					
1) Company data calculations					
Participating partners		Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United
Annual demand	in units/year	260	520	260	520
Order cost	in €	50,00 €	75,00 €	50,00 €	75,00 €
Holding cost	in €	25,00 €	7,50 €	25,00 €	7,50 €
EOQ	in units	32,25	101,98	32,25	101,98
Service level	in %	90%	90%	90%	90%
Z-value	-	1,28	1,28	1,28	1,28
Standard deviation of demand	-	2,50	5,00	2,50	5,00
Lead time	in weeks	1	1	1	1
Safety stock	in units	3,20	6,41	3,20	6,41
Average inventory	in units	19,33	57,40	19,33	57,40
Reorder point	in units	8,20	16,41	8,20	16,41

Figuur 4: Berekeningen algemene bedrijfsgegevens

Het tweede en derde kader (figuur 5) berekenen respectievelijk de totale logistieke kosten zonder samenwerking en de totale logistieke kosten met samenwerking. Twee componenten maken deel uit van deze berekeningen: de transportkosten en de voorraadkosten. De totale logistieke kosten zonder en met samenwerking spelen een cruciale rol in het vervolg van de tool. Elke allocatiemethode maakt gebruik van deze gegevens, waardoor er aan de hand van formules vaak verwezen wordt naar dit tabblad.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
19	2) Total logistics cost calculation WITHOUT COLLABORATION												
20	Participating partners		Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United	SUM						
21	Number of transports	in transports/year	100	60	100	60	-						
22	Cost per transport	in €	50,00 €	75,00 €	50,00 €	75,00 €	-						
23	Total transport cost	in €	5.000,00 €	4.500,00 €	5.000,00 €	4.500,00 €	19.000,00 €						
24	Average inventory level	in units	20	50	20	50	-						
25	Annual inventory holding cost	in €/unit/year	25,00 €	7,50 €	25,00 €	7,50 €	-						
26	Total inventory holding cost	in €	500,00 €	375,00 €	500,00 €	375,00 €	1.750,00 €						
27	Total logistics cost	in €	5.500,00 €	4.875,00 €	5.500,00 €	4.875,00 €	20.750,00 €						
28	3) Total logistics cost calculation WITH COLLABORATION												
29	Participating partners		Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United	SUM						
30	Annual order volume	in units	3200	6100	3200	6100	18600						
31	Number of transports organised	transports/year	90	50	90	50	-						
32	Cost per transport organised	in €	50,00 €	75,00 €	50,00 €	75,00 €	-						
33	Total organised transport cost	in €	4.500,00 €	3.750,00 €	4.500,00 €	3.750,00 €	16.500,00 €						
34	Number of transports joined	transports/year	25	30	25	30	-						
35	Cost per transport joined	in €	10,00 €	10,00 €	10,00 €	10,00 €	-						
36	Total joined transport cost	in €	250,00 €	300,00 €	250,00 €	300,00 €	1.100,00 €						
37	Total organised & joined transport cost	in €	4.750,00 €	4.050,00 €	4.750,00 €	4.050,00 €	17.600,00 €						
38	Average inventory level	in units	17,50	55,00	17,50	55,00	-						
39	Annual inventory holding cost	in €/unit/year	25,00 €	7,50 €	25,00 €	7,50 €	-						
40	Total inventory holding cost	in €	437,50 €	412,50 €	437,50 €	412,50 €	1.700,00 €						
41	Total logistics costs	in €	5.187,50 €	4.462,50 €	5.187,50 €	4.462,50 €	19.300,00 €						
42	Continue to step 4 to see the allocated costs for each partner using the proportional allocation method based on volume												

Figuur 5: Berekeningen totale logistieke kosten voor en na samenwerking

Onderaan toont een melding dat de gebruiker verder kan gaan naar het vierde tabblad om de uitkomsten van de eerste allocatiemethode (proportionele allocatie op basis van volume) te bekijken.

STAP 4: Proportionele allocatie op basis van volume

Het vierde tabblad toont alle informatie van de allocatiemethode in kwestie. Eerst worden de belangrijkste voor- en nadelen weergegeven (figuur 6). Het incorporeren van deze informatie doet de gebruiker nadenken over kwalitatieve motieven bij het kiezen van een allocatiemethode. Conclusies die enkel gebaseerd worden op de kwantitatieve uitkomsten zijn onvolledig. De gebruikte informatie is wetenschappelijk onderbouwd en zorgt voor een betere link tussen de literatuurstudie en de praktijkstudie van deze masterproef.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
STEP 4: COST ALLOCATION USING THE PROPORTIONAL ALLOCATION METHOD (BASED ON VOLUME)												
This tab provides all the necessary information on proportional allocation based on volume												
1) Advantages and disadvantages												
BENEFITS						DRAWBACKS						
One satisfied fairness property: Group rationality (efficiency)						Six dissatisfied fairness properties: Individual & subgroup rationality, stability, symmetry, dummy, additivity						
Easy to understand, compute and implement						Efforts might be undervalued (few transports + high volume VS many transports + low volume)						

Figuur 6: Voor- en nadelen van proportionele allocatie op basis van volume

Het tweede deel behoudt de vormgeving van de kaders zoals op de voorgaande tabbladen zodat de tool vertrouwd aanvoelt op elk moment. Eerst wordt de formule van de proportionele allocatiemethode op basis van volume getoond. Vervolgens worden de afzonderlijke onderdelen van de formule één voor één berekend voor elke partner. De betekenis van de in de formule gebruikte letters wordt in woorden uitgedrukt zodat de gebruikers de werking van de formule beter begrijpen. De twee belangrijkste elementen ('totale logistieke kost van elke partner na samenwerking en allocatie' en 'winst van elke partner na samenwerking') worden gescheiden van de rest zodat de uitkomsten beter in het oog springen.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
2) Cost saving calculation												
Formula: $y_i = w_i * v(N)$ with $w_i = \frac{z_i}{\sum_{j \in N} z_j}$ $z_i = \text{volume shipped by partner } i$												
Participating partners				Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United	COALITION				
Total logistics cost of partner i, prior to collaboration				5.500,00 €	4.875,00 €	5.500,00 €	4.875,00 €	-				
w_i	Contribution of partner i to the coalition, based on volume			0,1720	0,3280	0,1720	0,3280	-				
$v(N)$	Cost savings of grand coalition N			-	-	-	-	1.450,00 €				
Total logistics cost of partner i, after collaboration and allocation				5.250,54 €	4.399,46 €	5.250,54 €	4.399,46 €	19.300,00 €				
y_i	Decrease in total logistics cost of coalition partner i			249,46 €	475,54 €	249,46 €	475,54 €	1.450,00 €				

Figuur 7: Berekeningen van proportionele allocatie op basis van volume

STAP 5: Shapley-waarde

Het vijfde tabblad berekent de winst van elke partner wanneer de coalitie beslist om de Shapley-waarde toe te passen als allocatiemethode. Het eerste deel toont, net zoals in stap vier, de voor- en nadelen van de allocatiemethode in kwestie. In tegenstelling tot het vorige tabblad wordt voor de Shapley-waarde niet elk element van de formule berekend omwille van de complexiteit. In overeenstemming met de lessen *Supply chain strategy* werd er geopteerd om de Shapley-waarde te bepalen aan de hand van tabellen. Om een vlotte werking en goede leesbaarheid van de tabellen te garanderen, worden de bedrijfsnamen automatisch omgezet naar de eerste letters van het alfabet. Ter informatie wordt weergegeven hoeveel combinaties en permutaties mogelijk zijn. Figuur 8 geeft weer dat een samenwerking tussen vier partners leidt tot vijftien mogelijke combinaties en 24 unieke permutaties.

2) Cost saving calculation															
Formula: $y_i = \sum_{S \ni i} \frac{(S -1)! (N - S)!}{ N !} [c(S \cup i) - c(S)]$															
Participating partners								Additional information							
Brussels Airlines				A				Number of participating partners				4			
Lufthansa				B				Number of possible combinations				15			
Air Canada				C				Number of possible permutations				24			
United				D											

Figuur 8: Algemene informatie Shapley-waarde

Op basis van deze informatie worden twee verschillende tabellen opgesteld: (1) een tabel met alle mogelijke combinaties en bijhorende totale logistieke kosten en (2) een tabel met alle mogelijke permutaties waar de bedragen berekend worden op basis van de volgorde waarin de partners toetreden.

(1) Combinaties

Combinations	Total Logistics Costs
A	5.500,00 €
B	4.875,00 €
C	5.500,00 €
D	4.875,00 €
AB	9.650,00 €
AC	10.375,00 €
AD	9.650,00 €
BC	9.650,00 €
BD	8.925,00 €
CD	9.650,00 €
ABC	14.837,50 €
ABD	14.112,50 €
ACD	14.837,50 €
BCD	14.112,50 €
ABCD	19.300,00 €

(2) Permutaties

4 Partners	A	B	C	D
ABCD	5.500,00 €	4.150,00 €	5.187,50 €	4.462,50 €
ACBD	5.500,00 €	4.462,50 €	4.875,00 €	4.462,50 €
ADBC	5.500,00 €	4.462,50 €	5.187,50 €	4.150,00 €
ABDC	5.500,00 €	4.150,00 €	5.187,50 €	4.462,50 €
ACDB	5.500,00 €	4.462,50 €	4.875,00 €	4.462,50 €
ADCB	5.500,00 €	4.462,50 €	5.187,50 €	4.150,00 €
BACD	4.775,00 €	4.875,00 €	5.187,50 €	4.462,50 €
BCAD	5.187,50 €	4.875,00 €	4.775,00 €	4.462,50 €
BCDA	5.187,50 €	4.875,00 €	4.775,00 €	4.462,50 €
BDAC	5.187,50 €	4.875,00 €	5.187,50 €	4.050,00 €
BADC	4.775,00 €	4.875,00 €	5.187,50 €	4.462,50 €
BDCA	5.187,50 €	4.875,00 €	5.187,50 €	4.050,00 €
CABD	4.875,00 €	4.462,50 €	5.500,00 €	4.462,50 €
CBAD	5.187,50 €	4.150,00 €	5.500,00 €	4.462,50 €
CDAB	5.187,50 €	4.462,50 €	5.500,00 €	4.150,00 €
CADB	4.875,00 €	4.462,50 €	5.500,00 €	4.462,50 €
CBDA	5.187,50 €	4.150,00 €	5.500,00 €	4.462,50 €
CDBA	5.187,50 €	4.462,50 €	5.500,00 €	4.150,00 €
DABC	4.775,00 €	4.462,50 €	5.187,50 €	4.875,00 €
DBCA	5.187,50 €	4.050,00 €	5.187,50 €	4.875,00 €
DCAB	5.187,50 €	4.462,50 €	4.775,00 €	4.875,00 €
DACB	4.775,00 €	4.462,50 €	5.187,50 €	4.875,00 €
DBAC	5.187,50 €	4.050,00 €	5.187,50 €	4.875,00 €
DCBA	5.187,50 €	4.462,50 €	4.775,00 €	4.875,00 €
Total Logistics Cost (with collaboration, after allocation)	5.170,83 €	4.479,17 €	5.170,83 €	4.479,17 €

Figuur 9: Berekeningen Shapley-waarde

De werking van de tweede tabel gaat als volgt: eerst wordt de cel ingevuld van de partner die als eerste toetreedt, vervolgens wordt de cel ingevuld van de partner die als tweede toetreedt, enzoverder. Het getal dat ingevuld dient te worden, is de waarde die de partner toevoegt aan de coalitie waar hij tot toetreedt. Voor de eerste regel (ABCD) wordt dit:

(1) Partner A treedt als eerste toe en is op dat moment alleen. Hij voegt dus zijn eigen logistieke kost zonder samenwerking toe.

(2) Partner B treedt als tweede toe. De totale logistieke kost van de coalitie is op dat moment het getal dat bij AB hoort in de tabel met combinaties, maar partner A zat reeds in de coalitie. Het getal dat ingevuld moet worden bij B is daarom: logistieke kost van AB – logistieke kost van A.

(3) Partner C treedt als derde toe. De totale logistieke kost van de coalitie is op dat moment het getal dat bij ABC hoort in de tabel met combinaties, maar partner A en B zaten reeds in de coalitie. Het getal dat ingevuld moet worden bij C is daarom: logistieke kost van ABC – logistieke kost van AB.

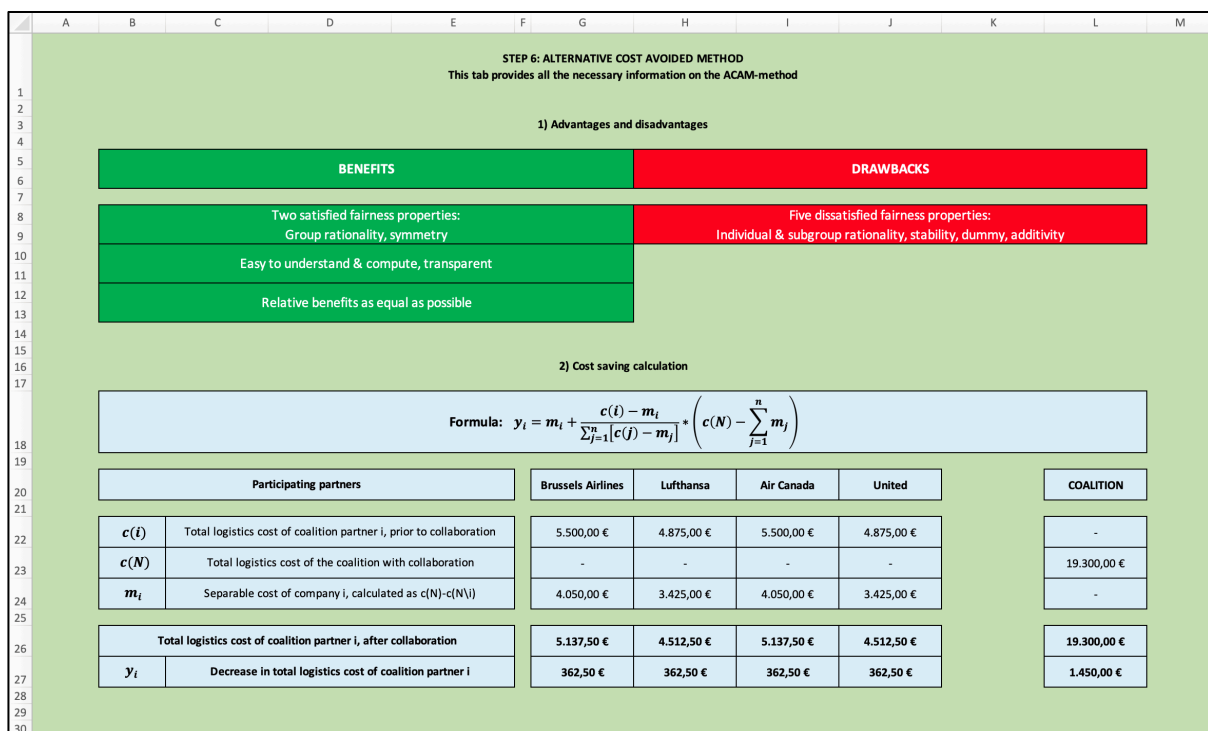
(4) Partner D treedt als laatste toe. De totale logistieke kost van de coalitie is op dat moment het getal dat bij ABCD hoort in de tabel met combinaties, maar partner A, B en C zaten reeds in de

coalitie. Het getal dat ingevuld moet worden bij D is daarom: logistieke kost van ABCD – logistieke kost van ABC.

Op deze manier wordt de volledige tabel met permutaties vervolledigd. Vervolgens is de totale logistieke kost na allocatie van elke partner gelijk aan het gemiddelde van alle bedragen uit de kolom van die partner.

STAP 6: *Alternative cost avoided method*

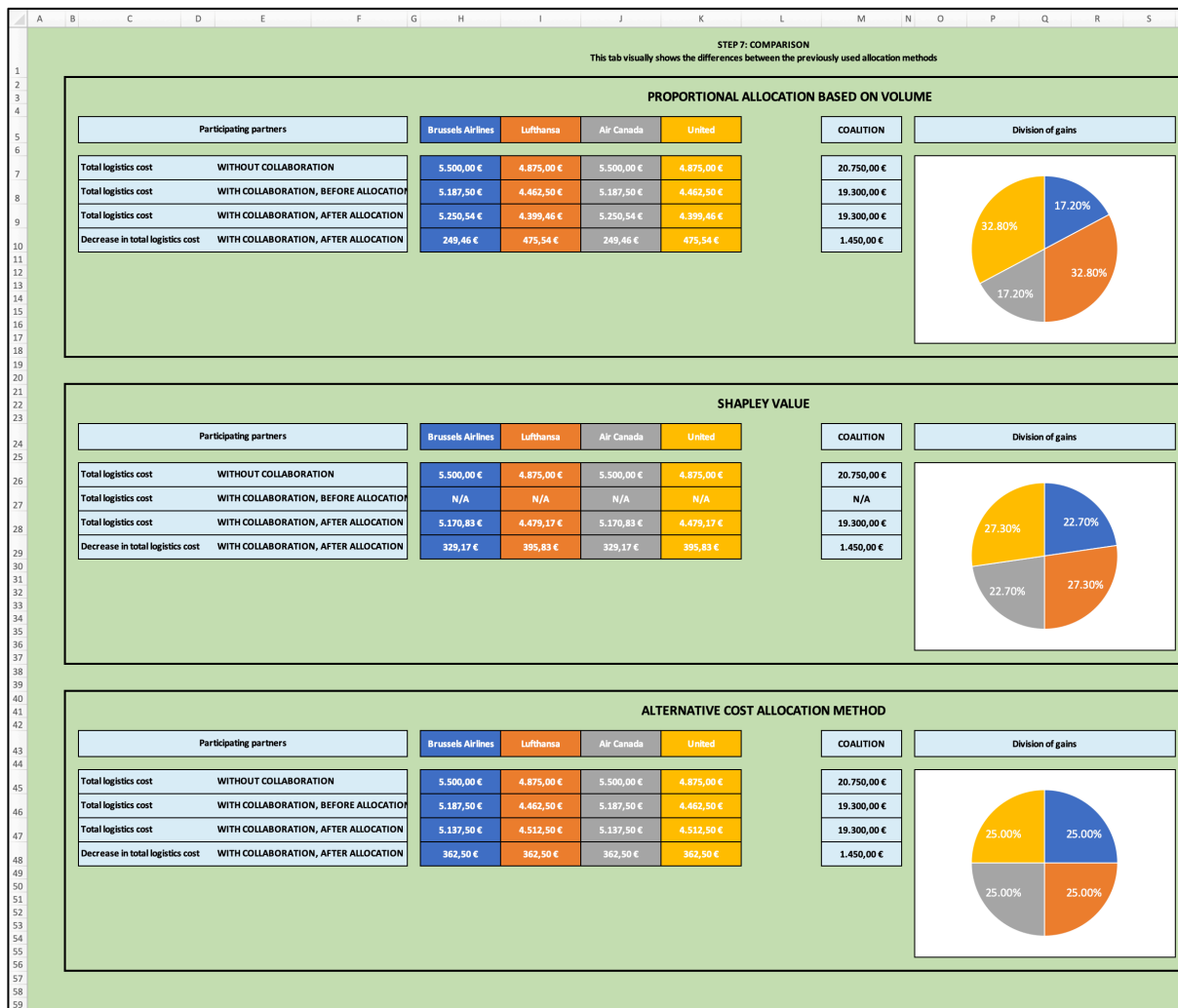
De verdeling op basis van de *alternative cost avoided method* wordt in tabblad zes getoond. Dit venster lijkt qua lay-out sterk op het vierde tabblad waar de kosten proportioneel op basis van volume gealloceerd worden. De voor- en nadelen staan bovenaan weergegeven, gevolgd door de formule en de bijhorende berekeningen (figuur 10).



Figuur 10: Overzicht *alternative cost avoided method*

STAP 7: Vergelijking

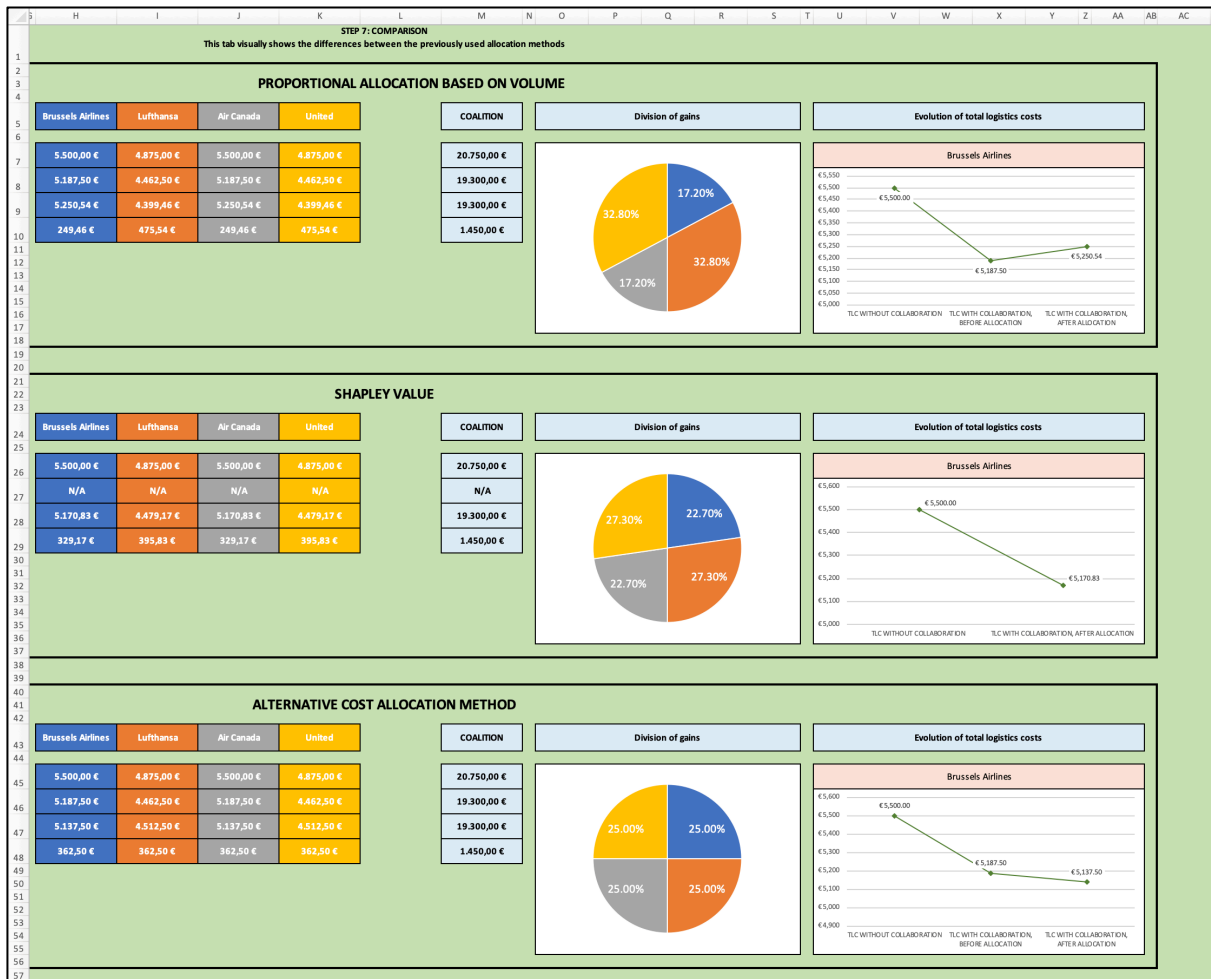
Deze laatste stap verzamelt de drie uitkomsten op een overzichtelijke manier. Elke allocatiemethode staat gegroepeerd in een kader zodat het duidelijk is welke grafieken bij welke allocatiemethoden horen. De resultaten worden grafisch weergegeven en met elkaar vergeleken. Door middel van een taartdiagram ziet de gebruiker in één oogopslag hoe de winst verdeeld wordt in de coalitie op basis van een bepaalde allocatiemethode (figuur 11). Het begrip 'winst' staat in dit geval voor de effectieve kostenbesparing dat elk bedrijf realiseert door deel te nemen aan de samenwerking. Door de drie taartdiagrammen boven elkaar te zetten, zijn de verschillen tussen de drie allocatiemethoden duidelijk waarneembaar. Elke partner krijgt in dit tabblad automatisch een kleur toegewezen, die overeenkomt met de kleur van het taartdiagram. Op deze manier is het overbodig een extra legende toe te voegen. De kleuren komen tot uiting in de kolommen waar de gegevens verzameld worden.



Figuur 11: Verdeling van de winst per partner

Bovenstaand voorbeeld toont aan dat de verdeling van de volledige winst afwijkt afhankelijk van de gekozen allocatiemethode. De *alternative cost avoided method* blijkt in dit geval de 'eerlijkste' verdeling op te leveren, aangezien de totale winst in vier gelijke delen verdeeld wordt. Zowel de proportionele allocatiemethode op basis van volume als de Shapley-waarde kennen een groter deel van de winst toe aan Lufthansa en United. De percentages tonen dat beide bedrijven 8,80% meer winst ontvangen wanneer de proportionele allocatiemethode op basis van volume wordt gekozen, tegenover een stijging van 2,30% wanneer de Shapley-waarde de voorkeur geniet.

De lijngrafieken (figuur 12) tonen het verloop van de kosten per partner doorheen de tijd. De kosten van de partners zijn op drie momenten bekend: voor samenwerking, na samenwerking maar voor allocatie, na samenwerking en na allocatie. Deze tijdsaanduidingen staan op de x-as van de lijngrafiek. De kosten staan op de y-as van de lijngrafiek. Elke lijn toont het kostenverloop van één partner. Deze lijngrafieken maken duidelijk of alle partners effectief lagere kosten dragen na samenwerking en na allocatie. Er werd geopteerd om het kostenverloop van elke partner apart weer te geven, zodat de lijngrafieken overzichtelijk blijven. De gebruiker kan aan de hand van een *drop-down menu* zijn keuze maken.



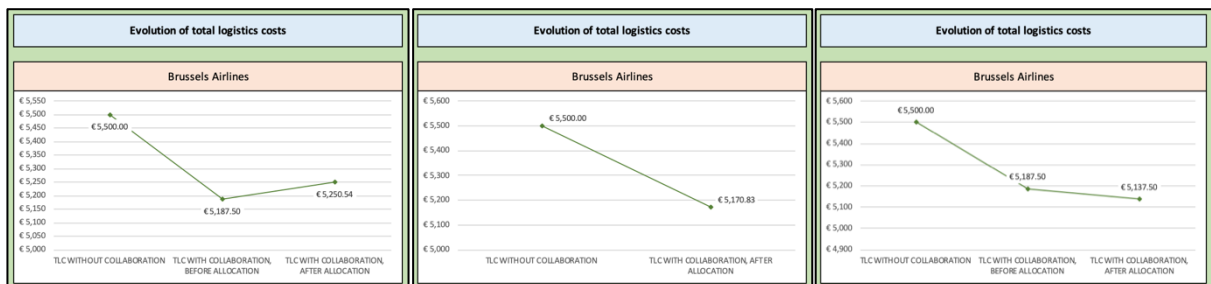
Figuur 12: Verloop van de totale logistieke kosten per partner

Stel dat de gebruiker in het voorbeeld in elke grafiek 'Brussels Airlines' selecteert, zoals weergegeven in figuur 13. Hieruit blijkt dat *Brussels Airlines* nadeel ondervindt van de proportionele allocatiemethode op basis van volume. De totale logistieke kost stijgt immers wanneer deze allocatiemethode toegepast wordt. Dit in tegenstelling tot de *alternative cost avoided method*, waar de totale logistieke kost dankzij de toewijzing verder daalt. Wegens de toegepaste methode om de Shapley-waarde te berekenen, zijn de totale logistieke kosten slechts op twee momenten bekend. De grafiek vertoont desondanks de evolutie tussen deze twee momenten.

Proportionele allocatie (volume)

Shapley-waarde

ACAM

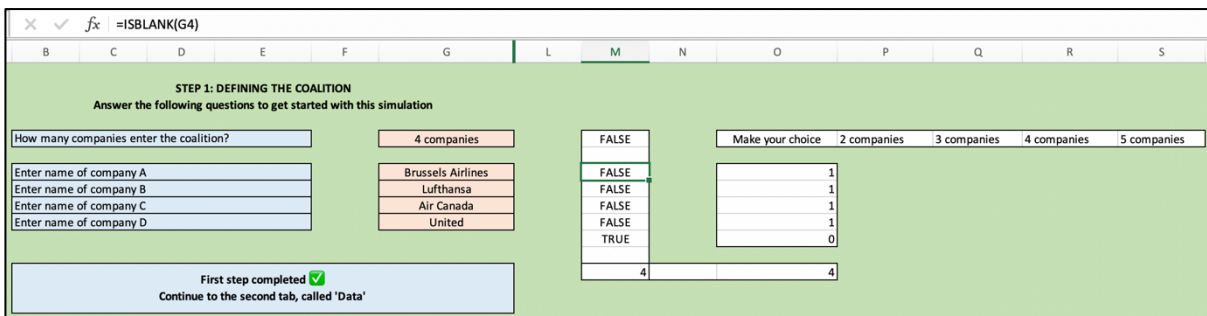


Figuur 13: Voorbeeld van het verloop van de totale logistieke kosten

5.3 Aandachtspunten

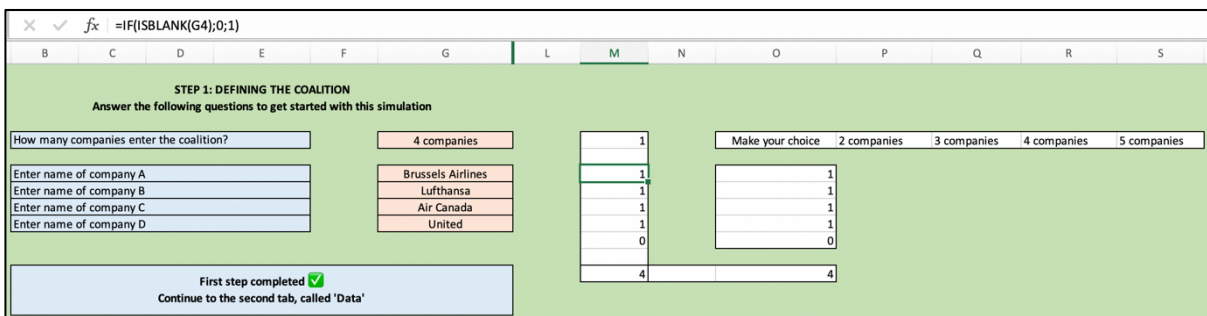
Het opstellen van de onderwijstool verliep in verschillende stappen door tabblad per tabblad te maken. Om te verzekeren dat de tool correcte resultaten weergeeft, werd elke afgewerkte stap getest op eventuele fouten, bugs en onduidelijkheden. Deze sectie bespreekt de problemen die aan het licht kwamen, de gevonden oplossingen en de aandachtspunten die de gebruikers van de tool in acht moeten nemen. De figuren in deze sectie vertonen witte cellen die tot nog toe niet voorkwamen. Dit zijn cellen die enkel voor de dynamiek zorgen, waardoor de lay-out verandert op basis van de ingevulde gegevens. Deze cellen zullen in de eindversie van de onderwijstool niet meer zichtbaar zijn voor de gebruikers.

Het eerste tabblad lijkt eenvoudig wanneer de gebruiker voor het eerst de tool opent, maar bevat cruciale cellen met betrekking tot de dynamiek van de onderwijstool. De gegevens die hier ingevuld worden, stemmen de lay-out van de volledige tool af op het aantal deelnemers in de coalitie. Dit werd in eerste instantie bewerkstelligd door de formule: =ISBLANK(G...), waardoor de cel "False" aangaf wanneer de gebruiker een naam had ingegeven.



Figuur 14: True/False-probleem

Bij het testen van de tool op een andere computer, waar Excel in het Nederlands geïnstalleerd was, gaf diezelfde cel echter het woord "Onwaar" aan. Hierdoor werden andere formules, die zich baseren op deze cel, aangetast waardoor de lay-out niet meer naar behoren functioneerde. Dit probleem werd opgelost door gebruik te maken van =IF(ISBLANK(...);...;...), waardoor "False" en "True" vervangen werden door respectievelijk "1" en "0".



Figuur 15: True/False-oplossing

Aan de hand van deze binaire codes kan de tool opgestart worden in eender welke taal, zonder dat het probleem zich voordoet.

In het tweede tabblad dienen de gegevens ingevuld te worden door de gebruiker. De mogelijkheid bestaat dat dezelfde getallen meermaals voorkomen op verschillende plaatsen. Stel ter illustratie dat alle bedrijven een servicelevel halen van 90%. Gebruikers die vertrouwd zijn met Excel, zijn in dit geval geneigd om het getal éénmalig in te vullen en vervolgens te kopiëren naar andere cellen. Dit kan op twee manieren: (1) door gebruik te maken van sneltoetsen (Ctrl+C, Ctrl+V op Windows of Cmd+V, Cmd+C op MacOS); of (2) door de ingevulde cel horizontaal door te trekken. In beide gevallen wordt zowel de waarde (90%) als de formattering (de opmaak) van de cel gekopieerd. De opmaak mag echter niet gewijzigd worden, omdat deze opmaak het dynamische karakter van de tool mogelijk maakt. Dit probleem kan door de gebruiker op twee simpele manieren vermeden worden: (1) door elke cel apart in te vullen of (2) door bij het kopiëren (zowel met behulp van sneltoetsen als bij het horizontaal doortrekken) te kiezen voor de optie "fill without formatting" ("vul zonder te formatteren"). Het permanent vastzetten van formattering is enkel mogelijk door te programmeren in VBA⁷. Dit zou echter te complex zijn voor de beperkte toepassing binnen de onderwijstool.

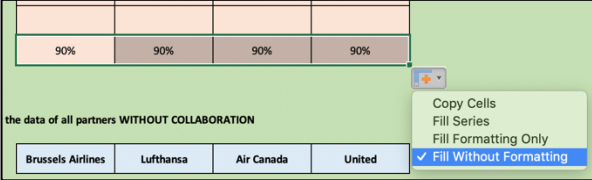
Bovendien dienen gebruikers in het tweede tabblad rekening te houden met de eenheden bij het invullen van de gegevens. Een praktisch voorbeeld ter illustratie: de docent deelt papieren uit aan de studenten met daarop de gegevens met betrekking tot de horizontale samenwerking. Indien de gemiddelde vraag op die papieren in 'eenheden per jaar' staat, moeten de getallen eerst omgezet worden naar 'eenheden per week' alvorens ze in de tool ingegeven mogen worden. In dit geval wordt deze berekening als volgt uitgevoerd:

$$\text{aantal eenheden per week} = \frac{\text{aantal eenheden per jaar}}{\text{aantal weken per jaar dat het bedrijf open is}}$$

Ten slotte zijn percentages in bepaalde gevallen onzichtbaar in de taartdiagrammen in tabblad 7. De combinatie van dynamische lay-out en grafieken is gecompliceerd. De percentages worden namelijk altijd getoond, waardoor er 0% verschijnt voor elke partner die niet deelneemt. Een samenwerking met twee partners, toont dus driemaal 0% voor partners 3, 4 en 5 die niet deelnemen. Dit werd omzeild door de achtergrondkleur en de kleur van het lettertype wit te maken, waardoor alle nul-percentages in de achtergrondkleur verdwijnen. Dit geeft echter een probleem wanneer één of meer partners slechts een zeer klein deel toegewezen krijgen. In dit geval komt ook dat percentage buiten het taartdiagram te staan, waardoor het eveneens verdwijnt in de achtergrondkleur. Indien de gebruiker desondanks toch alle percentages exact wil zien, kan hij of zij de kleur van de labels veranderen naar bijvoorbeeld zwart. Dit is een eenvoudig proces: één van de labels aanklikken en vervolgens de kleur veranderen naar bijvoorbeeld zwart.

⁷ Visual Basic for Applications: een programmeertaal die in Microsoftapplicaties wordt gebruikt

Tabel 2 toont een overzicht van alle aandachtspunten waar gebruikers rekening mee moeten houden wanneer ze de tool gebruiken.

Probleem	Oplossing
<p>Kopiëren van waarden naar andere cellen wijzigt de formattering die zorgt voor het dynamische karakter van de tool.</p>	<p>1) Niet kopiëren of cellen doortrekken 2) De optie "Fill without formatting" ("vul zonder te formatteren") selecteren</p> 
<p>Gegevens van de beschikbare data staan in andere eenheden uitgedrukt dan in de tool.</p>	<p>Gegevens manueel omrekenen naar de juiste eenheden.</p>
<p>Percentages van zeer kleine winstverdelingen in de taartdiagrammen worden niet weergegeven.</p>	<p>Een percentage dat wel weergegeven wordt aanklikken en vervolgens de kleur veranderen naar zwart.</p>

Tabel 2: Overzicht van de aandachtspunten voor gebruikers

5.4 Voordelen

Deze Excel-tool werd ontworpen om een aantal voordelen te bewerkstelligen voor studenten en docenten die leerstof omtrent kostenallocatie in horizontale samenwerkingen behandelen in de les. Het voornaamste voordeel is de tijd die bespaard wordt om de verdeling van kosten te berekenen. Het ingeven van de gegevens dient slechts éénmalig te gebeuren om ogenblikkelijk de resultaten te verkrijgen van drie verschillende allocatiemethoden. Voorheen zouden studenten iteratieve berekeningen moeten uitvoeren die tijdrovend waren. Hoe meer deelnemers in de coalitie, hoe groter de tijdwinst. Sommige simulaties waren voordien praktisch onmogelijk in het kader van onderwijs vanwege de omvang van de manuele berekeningen die uitgevoerd moest worden. Denk hierbij aan de allocatie met behulp van de Shapley-waarde in een coalitie die bestaat uit vijf partners. Het berekenen van de totale logistieke kosten na samenwerking aan de hand van een tabel in plaats van de ingewikkelde formule, vereist 480 berekeningen.

Naast de tijdwinst, zorgt de tool ervoor dat de materie van kostenallocatie toegankelijker wordt voor mensen met een beperkte voorkennis. Het wiskundige aspect wordt door de computer behandeld, waardoor de resultaten meteen beschikbaar zijn. Het is echter van belang dat de gegevens in de juiste eenheid ingegeven worden om vertekende resultaten te vermijden. Indien de gegevens waarover de gebruiker beschikt niet in de juiste eenheid staan, zullen alsnog enkele wiskundige berekeningen aan bod komen om de gegevens om te zetten.

De visuele weergave dankzij het gebruik van spreadsheets is een derde voordeel. De resultaten worden grafisch weergegeven en vergeleken, zodat verschillen en gelijkenissen tussen de methoden duidelijk zichtbaar worden. De taartdiagrammen tonen in een oogopslag welke partner het grootste deel van de winst of de grootste kostenbesparing krijgt toegewezen. De lijndiagrammen tonen de evolutie doorheen de tijd, in dit geval voor en na samenwerking.

Omdat de wiskundige uitkomsten van allocatiemethoden niet allesomvattend zijn bij het maken van beslissingen, werden ook kwalitatieve voor- en nadelen geïncorporeerd in de tool. Dit helpt de studenten een genuanceerde mening te laten vormen wanneer de allocatiemethoden onderling vergeleken worden. De verwerking van deze voor- en nadelen zorgt tevens voor een betere link tussen de literatuurstudie en het praktijkgedeelte.

5.5 Nadelen

Naast de vele voordelen, dienen ook de nadelen aangehaald te worden om een neutrale en kritische evaluatie van de onderwijstool te bekomen.

De onderwijstool zal het, zoals reeds aangehaald, makkelijker maken voor de studenten. Dit mag echter niet ten koste gaan van hun gedrevenheid om de redenering en technieken te begrijpen. De tool mag slechts als hulpmiddel gezien worden, om op een eenvoudige manier de berekeningen uit te voeren.

Een tweede nadeel is dat de functionaliteiten van de tool eerder beperkt zijn. De tool biedt op dit moment de mogelijkheid om drie allocatiemethoden te simuleren voor coalities tussen twee en vijf bedrijven. De mogelijkheid bestaat echter om de tool zowel kwalitatief als kwantitatief uit te breiden. Op kwalitatief vlak zou het mogelijk zijn om de *input* van gegevens flexibel te maken zodat de gebruikers kunnen kiezen welke gegevens ze invullen en in welke eenheid ze gegevens invullen. Op kwantitatief vlak kan de tool uitgebreid worden door grotere coalities te ondersteunen voor de drie bestaande methoden of door extra allocatiemethoden toe te voegen. Een 'vergelijkoptie' zou eveneens toegevoegd kunnen worden waarmee het mogelijk is om te vergelijken welke veranderingen er optreden als bepaalde gegevens aangepast worden. De tekortkomingen en mogelijkheden voor toekomstig onderzoek worden in detail beschreven na de conclusie.

Conclusie

Deze sectie bevat de belangrijkste conclusies die voortvloeien uit het gevoerde onderzoek. In de eerstvolgende vijf alinea's worden de bijvragen beantwoord. Vervolgens wordt de centrale onderzoeksvraag herhaald, gevolgd door het antwoord erop.

De literatuurstudie van deze masterproef onderzocht in eerste instantie de eigenschappen, motieven en uitdagingen van horizontale samenwerkingsverbanden. De motieven die aangehaald worden tonen waarom het voor logistieke dienstverleners interessant is om horizontaal samen te werken. De deelnemende partners streven in de eerste plaats naar lagere kosten en hogere productiviteit, waardoor de winstmarges stijgen. Dankzij een betere dienstverlening profiteren de klanten van logistieke dienstverleners mee van het horizontale samenwerkingsverband. Het verdere onderzoek focuste echter op een specifiek onderdeel van de uitdagingen, namelijk de allocatie van kosten en baten. Het derde hoofdstuk werd daarom volledig toegewijd aan kostenallocatie en winstdeling. Het eerlijk **verdelen van kosten en baten** in horizontale samenwerkingen is van **cruciaal belang** gezien elke partner vooral op zoek is naar de meeste financiële voordelen. Enig wantrouwen omtrent de allocatie kan leiden tot het einde van een samenwerkingsverband.

De wetenschappelijke literatuur bevat een **scala aan allocatiemethoden**, elk met specifieke kenmerken en voor- en nadelen. Drie grote categorieën worden onderscheiden: proportionele allocatiemethoden, allocatiemethoden op basis van coöperatieve speltheorie en allocatiemethoden met bijkomende specifieke eigenschappen. Aan de hand van eerlijkheidscriteria werd één allocatiemethode per categorie in detail besproken. Hieruit bleek dat de Shapley-waarde het best scoort door vijf van de zeven criteria te vervullen. De *alternative cost avoided method* voldoet aan twee criteria, gevolgd door proportionele allocatie op basis van volume dat slechts één criterium vervult. Opmerkelijk is dat het stabiliteit-criterium door geen van de drie methoden vervuld wordt, waardoor partners op termijn de neiging ondervinden om de coalitie te verlaten. Een belangrijke nuance is dat de eerlijkheidscriteria niet allesomvattend zijn. Zo wordt proportionele allocatie op basis van volume beschouwd als een eenvoudige en makkelijk implementeerbare allocatiemethode, waardoor bedrijfsleiders vaak beslissen deze methode toe te passen.

Onderzoek toont aan dat **het gebruik van spreadsheets in academische context zinvol is** om onderwijs in operationeel onderzoek te faciliteren. Studenten verwachten dat ze tijdens hun opleiding reeds de basis leren om met spreadsheets te werken. Ze beseffen namelijk dat deze vaardigheden vereist worden in hun latere professionele carrière. Het feit dat studenten een open houding aannemen ten aanzien van spreadsheets betekent dat een onderwijstool in Excel, waarmee kostenallocatiemethoden gesimuleerd kunnen worden, een toegevoegde waarde kan bieden. De tool voert automatisch de iteratieve berekeningen uit op basis van de ingevulde data. De uitkomsten van drie allocatiemethoden zijn onmiddellijk beschikbaar voor coalities van twee tot en met vijf partners. De gebruikers van de tool besparen in de eerste plaats de tijd en de moeite om zelf de uitkomsten te berekenen. Daarnaast worden de resultaten visueel weergegeven in grafieken en diagrammen, zodat de gebruikers zien welke bedrijven het meest profiteren door samen te werken.

De onderwijstool zal voornamelijk aangewend worden in een academische omgeving, waarin studenten de kostenallocatie binnen een horizontale samenwerking simuleren om vervolgens conclusies te trekken op basis van de resultaten. Een **duidelijke vormgeving zorgt ervoor dat misinterpretaties vermeden worden**. De onderwijstool werd ten eerste overzichtelijk gestructureerd. De onderverdeling in meerdere tabbladen zorgt ervoor dat de *input*, de beslissingsvariabelen en de *output* duidelijk van elkaar gescheiden worden. Vervolgens zorgt de vormgeving voor duidelijkheid door gebruik te maken van verschillende kleuren en opmerkingen. De cellen die door de gebruikers ingevuld dienen te worden zijn steeds oranje en zodra een tabblad volledig ingevuld is, verschijnt er een melding dat de gebruiker naar de volgende stap mag gaan. De visuele weergaves aan de hand van grafieken maken logischerwijs ook gebruik van kleuren. Bovendien worden percentages en waardes weergegeven in de taartdiagrammen en lijngrafieken om de informatie te concretiseren.

Uit de gevoerde literatuurstudie naar het gebruik van spreadsheets in het onderwijs blijkt dat er een **verschil** is tussen studenten **op vlak van vaardigheden in Microsoft Excel**. Omdat de onderwijstool echter door iedereen gebruikt moet kunnen worden, werd het ontwerp ervan hierop afgestemd. De onderwijstool is voor het overgrote deel geautomatiseerd. Dat wil zeggen dat het programma zelfstandig berekeningen uitvoert en grafieken aanmaakt. Bovendien zorgt de dynamische vormgeving ervoor dat enkel de cellen getoond worden die van belang zijn op basis van de reeds ingevulde gegevens.

De **centrale onderzoeksvraag** luidde als volgt: "Aan welke eigenschappen dient een kwantitatieve onderwijstool te voldoen om de verschillen aan te tonen tussen kostenallocatiemethoden in een horizontale logistieke samenwerking?". Uit deze masterproef is gebleken dat op inhoudelijk vlak de juiste allocatiemethoden gekozen dienen te worden. De beoordeling, die bepaalt welke de juiste allocatiemethoden zijn, kan uitgevoerd worden aan de hand eerlijkheidscriteria en de eigenschappen van elke allocatiemethode. De vormgeving speelt een belangrijke rol in het gebruiksgemak dat de gebruiker ondervindt. *Input*, beslissingsvariabelen en *output* zijn best van elkaar gescheiden door meerdere tabbladen te gebruiken. Kleurencodes tonen aan of een cel ingevuld moet worden of informatie bevat. Een dynamische lay-out houdt de onderwijstool overzichtelijk door de cellen die niet van toepassing zijn te verbergen.

Op academisch vlak levert deze masterproef een bijdrage door de bestaande kennis omtrent kostenallocatie in horizontale samenwerkingen te koppelen aan inzichten met betrekking tot gebruik van spreadsheets in het onderwijs. De praktijkstudie levert een belangrijke praktische bijdrage door de ontwikkeling van de onderwijstool in Microsoft Excel. Deze tool kan gebruikt worden door docenten en studenten die kostenallocatiemethoden respectievelijk doceren of aangeleerd krijgen. Aansluitend op de geleverde bijdrages van deze masterproef volgen de tekortkomingen en de toekomstige onderzoeksmogelijkheden.

Tekortkomingen en toekomstige onderzoeksmogelijkheden

De focus van dit onderzoek ligt op kostenallocatiemethoden binnen horizontale samenwerkingen. De wetenschappelijke literatuur bevat echter meer allocatiemethoden dan het aantal die beschreven worden in de literatuurstudie van dit onderzoek. De keuze omtrent welke allocatiemethoden geïncorporeerd werden in de onderwijstool is enerzijds gebaseerd op die literatuurstudie. Dit betekent dat de keuze slechts uit een selecte hoeveelheid gemaakt werd, waardoor andere potentieel interessante technieken niet in overweging genomen werden. De keuze is anderzijds deels tot stand gekomen in samenspraak met de promotor. Zij doceert het opleidingsonderdeel *Supply chain strategy* aan de Universiteit Hasselt, waarin kostenallocatiemethoden aan bod komen. Studenten die het opleidingsonderdeel *Supply chain strategy* opnemen, leren de verdeling van kosten en baten in horizontale samenwerkingen te berekenen aan de hand van de drie allocatiemethoden die wel in de onderwijstool aanwezig zijn.

De praktijkstudie met bijhorende onderwijstool is slechts een eerste stap in de goede richting. De mogelijk bestaat om de onderwijstool in de toekomst uit te breiden met nieuwe functionaliteiten en extra grafische weergaves. Daarnaast kan de *input* van data gepersonaliseerd worden, zodat de gebruiker kan kiezen welke elementen meegenomen worden in het berekenen van de kosten. Op dit ogenblik bepalen twee grote factoren de totale logistieke kosten: transportkosten en voorraadkosten. In realiteit bestaan de logistieke kosten uit meer componenten zoals kapitaalkosten en bestelkosten. Het toevoegen van deze componenten aan de berekeningen van de totale logistieke kosten leidt tot uitgebreidere en realistischere resultaten.

Een derde mogelijkheid tot verder onderzoek is het evalueren van de onderwijstool. Wanneer de tool effectief gebruikt wordt in een academische context, kan bij studenten gepolst worden hoe zij het gebruik van de tool ervaren. Dit levert valabele informatie op om verder te bouwen op deze masterproef. Daarnaast kan de feedback, net als de eventuele bugs die ontdekt worden door de studenten, gebruikt worden om de onderwijstool te verbeteren.

Lijst van geraadpleegde werken

- Agarwal, R., & Ergun, Ö. (2010). Network design and allocation mechanisms for carrier alliances in liner shipping. *Operations Research*, 58(6), 1726-1742. doi:10.1287/opre.1100.0848
- 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. doi:10.1111/j.1475-3995.2010.00799.x
- Baker, J., & Sugden, S. J. (2003). Spreadsheets in education—The first 25 years. *Spreadsheets in Education*, 1(1), 4511. Geraadpleegd via <https://sie.scholasticahq.com/article/4511.pdf>
- Bleeke, J., & Ernst, D. (1995). Is your strategic alliance really a sale? *Harvard Business Review*, 73(1), 97. Geraadpleegd via <http://tinyurl.com/yyq2t82t>
- Bloos, M., & Kopfer, H. (2011). On the formation of operational transport collaboration systems. *Dynamics in Logistics*. 191-201. Springer, Berlin, Heidelberg. Geraadpleegd via <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.183.9259&rep=rep1&type=pdf>
- Bricklin, D. (2018, januari 26). *Dan Bricklin's Web Site*. Geraadpleegd op 2 april, 2019 via <http://bricklin.com/history/saiearly.htm>
- Brouthers, K. D., Brouthers, L. E., & Wilkinson, T. J. (1995). Strategic alliances: Choose your partners. *Long Range Planning*, 28(3), 2-25. doi:10.1016/0024-6301(95)00008-7
- Cheng, J., Yeh, C., & Tu, C. (2008). Trust and knowledge sharing in green supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(4), 283-295. doi:10.1108/13598540810882170
- Conway, D. G., & Ragsdale, C. T. (1997). Modeling optimization problems in the unstructured world of spreadsheets. *Omega*, 25(3), 313-322. doi:10.1016/S0305-0483(97)00004-2
- Croll, G. J. (2007). The importance and criticality of spreadsheets in the city of london. Geraadpleegd via <https://tinyurl.com/y2hkheob>
- Crujssen, F. C. A. M., & Salomon, M. (2004). Empirical study: Order sharing between transportation companies may result in cost reductions between 5 to 15 percent. *CentER Discussion Paper*, 2004(80). Geraadpleegd via <https://pure.uvt.nl/ws/portalfiles/portal/628749/80.pdf>
- Crujssen, F. C. A. M., Cools, M. & Dullaert, W. (2005). Drivers and impediments for horizontal cooperation in logistics. in Verstrepen et al. (2009). Geraadpleegd via <http://tinyurl.com/y49bf7e5>
- Crujssen, F. C. A. M. (2006). Horizontal cooperation in transport and logistics. *Center for Economic Research*. Geraadpleegd via <https://tinyurl.com/y282ae4y>
- Crujssen, F. C. A. M., Dullaert, W., & Joro, T. (2006). Logistics Efficiency Through Horizontal Cooperation: The Case of Flemish Road Transportation Companies. *CentER Discussion Paper*, 2006(14). Geraadpleegd via <https://pure.uvt.nl/ws/portalfiles/portal/777294/14.pdf>
- Crujssen, F. C. A. M., Bräysy, O., Dullaert, W., Fleuren, H., & Salomon, M. (2007a). Joint route planning under varying market conditions. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37(4), 287-304. doi:10.1108/09600030710752514
- Crujssen, F. C. A. M., Cools, M., & Dullaert, W. (2007b). Horizontal cooperation in logistics: Opportunities and impediments. *Transportation Research Part E*, 43(2), 129-142. doi:10.1016/j.tre.2005.09.007

- Crujssen, F. C. A. M., Dullaert, W., & Fleuren, H. (2007c). Horizontal cooperation in transport and logistics: a literature review. *Transportation Journal*, 46(3), 22–39. Geraadpleegd via <http://tinyurl.com/y8k9czjb>
- Dai, B., & Chen, H. (2011). A multi-agent and auction-based framework and approach for carrier collaboration. *Logistics Research*, 3(2), 101-120. doi:10.1007/s12159-011-0046-9
- DHB Logistiek. (2019). Wie is DHB? Geraadpleegd op 27 april via <https://www.dhb-logistiek.com/nl/over-dhb/wie-is-dhb>
- Doherty, S., & Hoyle, S. (2009). *Supply Chain Decarbonization* (onderzoeksrapport). Geraadpleegd op 3 januari, 2019 via World Economic Forum website: <https://www.weforum.org/reports/supply-chain-decarbonization>
- Dyer, J. H., Singh, H. (1998). The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. *The Academy of Management Review*, 23(4), 660-679. doi:10.2307/259056
- Ergun, O., Kuyzu, G., & Savelsbergh, M. (2007). Reducing truckload transportation costs through collaboration. *Transportation science*, 41(2), 206-221. doi: 10.1287/trsc.1060.0169
- Europese Commissie. (2013, augustus 16). *Antitrust procedures in abuse of dominance (Article 102 TFEU cases)*. Geraadpleegd via http://ec.europa.eu/competition/antitrust/procedures_102_en.html
- Europese Unie. (2018, september 18). *Mededingingsregels in de EU*. Geraadpleegd via https://europa.eu/youreurope/business/selling-in-eu/competition-between-businesses/competition-rules-eu/index_nl.htm
- Facility en Supply Chain Management. (2016, januari). in DHB Logistiek. (2019). Zes familiebedrijven, één organisatie. Geraadpleegd op 27 april via <https://www.dhb-logistiek.com/nl/news/zes-familiebedrijven-in-een-organisatie-zeer-slagvaardig>
- Federale Overheidsdienst Economie. (2018, januari 15). *Mededinging*. Geraadpleegd via <https://economie.fgov.be/nl/themas/mededinging>
- Frisk, M., Göthe-Lundgren, M., Jörnsten, K., Rönqvist, M., Institutionen för teknik och naturvetenskap, Linköpings universitet, Tekniska fakulteten. (2010). Cost allocation in collaborative forest transportation. *European Journal of Operational Research*, 205(2), 448-458. doi:10.1016/j.ejor.2010.01.015
- Gass, S. I. (1994). Public sector analysis and operations research/management science. Handbooks in operations research and management science, 6, 23-46. in Johnes, J. (2015). Operational research in education. *European Journal of Operational Research*, 243(3), 683-696. doi:10.1016/j.ejor.2014.10.043
- Goffard, R. (2016). Kostenallocatie in intermodaal transport. Geraadpleegd via <http://hdl.handle.net/1942/22199>
- Golicic, S. L., & Mentzer, J. T. (2011). Transportation relationships in the supply chain: questioning extant theories and methods. *Transportation Journal*, 50(4), 315-345. in Martin et al. (2018) doi:10.1007/s12063-018-0131-1
- Guajardo, M., & Rönqvist, M. (2016). A review on cost allocation methods in collaborative transportation. *International Transactions in Operational Research*, 23(3), 371-392. doi:10.1111/itor.12205

- Gunasekaran, A., & Ngai, E. W. T. (2004). Information systems in supply chain integration and management. *European Journal of Operational Research*, 159(2), 269-295. doi:10.1016/j.ejor.2003.08.016
- Johnes, J. (2015). Operational research in education. *European Journal of Operational Research*, 243(3), 683-696. doi:10.1016/j.ejor.2014.10.043
- Kogut, B. (1988). Joint ventures: Theoretical and empirical perspectives. *Strategic Management Journal*, 9(4), 319-332. doi:10.1002/smj.4250090403
- Kopfer, H., & Pankratz, G. (1999). Das groupage-problem kooperierender verkehrsträger. *Operations research proceedings*. 453-462. Geraadpleegd via https://www.researchgate.net/profile/Herbert_Kopfer/publication/37922037_Das_Groupage-Problem_kooperierender_Verkehrstraeger/links/569bacbe08ae00985a5749e.pdf
- Krajewska, M. A., Kopfer, H., Laporte, G., Ropke, S., & Zaccour, G. (2008). Horizontal cooperation among freight carriers: Request allocation and profit sharing. *The Journal of the Operational Research Society*, 59(11), 1483-1491. doi:10.1057/palgrave.jors.2602489
- Keys, P. (1995). Understanding the process of operational research: Collected readings. Chichester: Wiley. in Paucar-Caceres, A., & Pagano, R. (2011). Management Sciences/Operational research units in business and management courses in the UK. *Systemic Practice and Action Research*, 24(4), 379-395. doi:10.1007/s11213-010-9189-x
- Lambert, D. M., Emmelhainz, M. A., & Gardner, J. T. (1999). Building successful logistics partnerships. *Journal of Business Logistics*, 20(1), 165-181. Geraadpleegd via <http://tinyurl.com/y9oz3xkn>
- Le, P. (2017). Payoff allocation methods for several operational research games (Doctoral dissertation, University of Southampton).
- LeBlanc, L. J., & Grossman, T. A. (2008). Introduction: The use of spreadsheet software in the application of management science and operations research. *Interfaces*, 38(4), 225-227. doi:10.1287/inte.1080.0384
- Lee, J. Y., & Cho, R. K. (2018). Optimal (z, Z)-type contracts for vendor-managed inventory. *International Journal of Production Economics*, 202, 32-44. Geraadpleegd via <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.05.011>
- 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. doi:10.1016/j.cirpj.2011.01.009
- Liu, P., Wu, Y., & Xu, N. (2010). Allocating collaborative profit in less-than-truckload carrier alliance. *Journal of Service Science and Management*, 3(1), 143-149. doi:10.4236/jssm.2010.31018
- Martin, N. (2013). *Horizontale samenwerking tussen logistieke dienstverleners door ladingsconsolidatie* (Masterthesis, UHasselt).
- Martin, N., Verdonck, L., Caris, A., & Depaire, B. (2018). Horizontal collaboration in logistics: Decision framework and typology. *Operations Management Research*, 11(1), 32-50. doi:10.1007/s12063-018-0131-1
- Mason, R., Lalwani, C., & Boughton, R. (2007). Combining vertical and horizontal collaboration for transport optimization. *An International Journal*, 12(3), 187-199. doi:10.1108/13598540710742509


- Monks, T. (2016). Operational research as implementation science: Definitions, challenges and research priorities. *Implementation Science: IS*, 11(1), 81. doi:10.1186/s13012-016-0444-0
- Munisamy, S. (2009). A Spreadsheet-Based Approach for Operations Research Teaching. *International Education Studies*, 2(3), 82-88. Geraadpleegd via <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1065723.pdf>
- Naesens, K., Gelders, L., & Pintelon, L. (2007). A swift response tool for measuring the strategic fit for resource pooling: A case study. *Management Decision*, 45(3), 434-449. doi:10.1108/00251740710745061
- Naesens, K., Gelders, L., & Pintelon, L. (2009). A swift response framework for measuring the strategic fit for a horizontal collaborative initiative. *International Journal of Production Economics*, 121(2), 550-561. doi:10.1016/j.ijpe.2007.04.004
- Osborne, M., 2004. Nash equilibrium: theory. In: Osborne, M. (Ed.), *An introduction to game theory*. Oxford University Press, New York, pp. 11–52 in L. Verdonck, (2017). Geraadpleegd via <http://tinyurl.com/y9dg7f9s>
- Özener, O. O. (2008). Collaboration in transportation. *Doctoral dissertation*. Geraadpleegd via <https://tinyurl.com/y6p2985z>
- Parkhe, A. (1993). Strategic alliance structuring: A game theoretic and transaction cost examination of interfirm cooperation. *The Academy of Management Journal*, 36(4), 794-829. doi: 10.2307/256759
- Paucar-Caceres, A., & Pagano, R. (2011). Management Sciences/Operational research units in business and management courses in the UK. *Systemic Practice and Action Research*, 24(4), 379-395. doi:10.1007/s11213-010-9189-x
- Pitt, M., Monks, T., Crowe, S., & Vasilakis, C. (2016). Systems modelling and simulation in health service design, delivery and decision making. *BMJ Quality & Safety*, 25(1), 38-45. doi:10.1136/bmjqs-2015-004430
- Raković L., Sakal M., Pavlicevic V. (2014). Spreadsheets - How It Started. *International Scientific Journal of Management Information Systems*, 9(4), 09-14. Geraadpleegd via <https://tinyurl.com/y4d523we>
- Rubin, S. J., & Abrams, B. (2015). Teaching fundamental skills in microsoft excel to first-year students in quantitative analysis. *Journal of Chemical Education*, 92(11), 1840-1845. doi:10.1021/acs.jchemed.5b00122
- Sasaki, M., & Marsh, R. M. (2012). Trust: Comparative perspectives. *Leiden: Brill*. doi:10.1163/9789004221383
- Schmeidler, D. (1969). The nucleolus of a characteristic function game. *SIAM Journal on Applied Mathematics*, 17(6), 1163-1170. doi:10.1137/0117107
- Schreyer, C., Schneider, C., Maibach, M., Rothengatter, W., Doll, C., & Schmedding, D. (2004). External costs of transport: update study. *International Railway Union*. in Van Lier et al. (2016). doi:10.1057/jors.2015.106
- Shapley, L., 1971. Cores of convex games. *International Journal of Game Theory* 1(1), 11–26. in Verdonck, L. (2017). Geraadpleegd via <http://tinyurl.com/y9dg7f9s>

- Simatupang, T. M., & Sridharan, R. (2002). The collaborative supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 13(1), 15-30. doi:10.1108/09574090210806333
- Song, D. W., & Panayides, P. M. (2002). A conceptual application of cooperative game theory to liner shipping strategic alliances. *Maritime Policy & Management*, 29(3), 285-301. in Verdonck, L. (2017). Geraadpleegd via <http://tinyurl.com/y9dg7f9s>
- Songini, M. L. (2001). Supply-chain ROI is elusive. *Computerworld*, 35(1), 1. Geraadpleegd via <http://tinyurl.com/yxfkgkwa>
- Stinson, J. B. (2002). Cost Allocation – From the Simple to the Sublime. *Management Accounting Quarterly* 4(1). Geraadpleegd via <http://tinyurl.com/yxcorkak>
- Thiriez, H. (2001). Improved OR education through the use of spreadsheet models. *European Journal of Operational Research*, 135(2001), 461-476. doi:10.1016/S0377-2217(01)00099-6
- Tijs, S. H., & Driessen, T. S. H. (1986). Game theory and cost allocation problems. *Management Science*, 32(8), 1015-1028. doi:10.1287/mnsc.32.8.1015
- Van Breedam, A., Krols, K., & Verstrepen, S. (2005). Logistiek samenwerken praktisch bekeken. *Flanders Institute for Logistics (VIL)*. in Martin et al. (2016). doi:10.1007/s12063-018-0131-1
- van der Aalst, W. (2018). Spreadsheets for business process management. *Business Process Management Journal*, 24(1), 105-127. doi:10.1108/BPMJ-10-2016-0190
- 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. doi:10.1007/s11067-014-9226-x
- Verdonck, L., Caris, A., Ramaekers, K., & Janssens, G. K. (2013). Collaborative logistics from the perspective of road transportation companies. *Transport Reviews*, 33(6), 700-719. doi:10.1080/01441647.2013.853706
- 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. *The Journal of the Operational Research Society*, 67(6), 853-871. doi:10.1057/jors.2015.106
- Verdonck, L. (2017). Collaborative logistics from the perspective of freight transport companies. Geraadpleegd via <http://tinyurl.com/y9dg7f9s>
- Verstrepen, S., Cools, M., Cruijssen, F. C. A. M., & Dullaert, W. (2009). A dynamic framework for managing horizontal cooperation in logistics. *International Journal of Logistics Management*, 5(3/4), 228-248. Geraadpleegd via <http://tinyurl.com/y49bf7e5>
- Vos, G. C. J. M., Oerlemans, K., Penninkhof, J. H., Iding, M., Brummelman, H., & Ruijgrok, C. J. (2002). Synergievoordelen in Logistieke Netwerken (SyLoNet); Resultaten van een Literatuurinventarisatie. *TNO INRO Report*.
- Wang, X., & Kopfer, H. (2011). Increasing efficiency of freight carriers through collaborative transport planning: Chances and challenges. *Dynamics and Sustainability in International Logistics and Supply Chain Management-Proceedings of the 6th German-Russian Logistics and SCM Workshop (DR-LOG 2011)*, 41-50. Geraadpleegd via <https://tinyurl.com/y43k2d2t>

- Writer, S. (2012 februari 9). What Is The Difference Between CO2 And CO2e? *Sustainable Business Toolkit*. Geraadpleegd op 19 februari, 2019 via <https://www.sustainablebusiness toolkit.com/difference-between-co2-and-co2e/>
- Yilmaz, O., & Savasneril, S. (2012). Collaboration among small shippers in a transportation market. *European journal of operational research*, 218(2), 408-415.
doi: 10.1016/j.ejor.2011.11.018
- Zigmas, L., & Benas, A. (2007). Cooperation among the Competitors in International Cargo Transportation Sector: Key Factors to Success. *Engineering Economics*, 51(1), 80-90.
Geraadpleegd via <http://tinyurl.com/y878udcj>

Bijlagen

Bijlage 1: Tabblad 1. Intro

	A	B	C	D	E	F	G	L	M	N
1	STEP 1: DEFINING THE COALITION									
2	Answer the following questions to get started with this simulation									
3	How many companies enter the coalition?				4 companies					
4	Enter name of company A				Brussels Airlines					
5	Enter name of company B				Lufthansa					
6	Enter name of company C				Air Canada					
7	Enter name of company D				United					
8										
9										
10	First step completed 									
11	Continue to the second tab, called 'Data'									
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
	< 1. Intro 2. Data 3. Calculations 4. Prop. allocation (volume) 5. Shapley Value 6. ACAM 7. Comparison + >									

Bijlage 2: Tabblad 2. Data

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
	STEP 2: DATA ENTRY													
	1) Enter the general company data of all partners below													
1														
2	Participating partners		Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United								
3														
4	Average demand	in units/week	5	10	5	10								
5	Standard deviation of demand	per week	2,50	5,00	2,50	5,00								
6	Annual inventory holding cost	in €/unit/year	25,00	7,50	25,00	7,50								
7	Major order cost	in €	50	75	50	75								
8	Minor order cost	in €	10	10	10	10								
9	Total shipment lead time	in weeks	1	1	1	1								
10	Required service level	in %	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%								
11														
12	2) Enter the data of all partners WITHOUT COLLABORATION													
13														
14														
15														
16	Participating partners		Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United								
17														
18	Order quantity	in units	35	100	35	100								
19	Reorder point	in units	12	25	12	25								
20	Current service level	in %	92,00%	92,00%	92,00%	92,00%								
21	Average inventory level	in units	20,00	50,00	20,00	50,00								
22	Average weeks' worth of inventory	in weeks	4,00	5,00	4,00	5,00								
23	Number of transports	in transports/year	100	60	100	60								
24														
25														
26														
27														
28	3) Enter the data of all partners WITH COLLABORATION													
29														
30	Participating partners		Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United								
31	Order quantity when self-initiated	in units	30	80	30	80								
32	Reorder point	in units	12	25	12	25								
33	Joined transport quantity	in units	20	70	20	70								
34	Current service level	in %	92,25%	93,00%	92,25%	93,00%								
35	Average inventory level	in units	17,50	55,00	17,50	55,00								
36	Average weeks' worth of inventory	in weeks	3,50	5,25	3,50	5,25								
37	Number of self-initiated transports	in transports/year	90	50	90	50								
38	Number of transports joined	in transports/year	25	30	25	30								
39														
40														
41	Second step completed													
42	Make sure to check for small mistakes or typo's before progressing to step 3!													
43														
44														
45														
46														
47														
48														
49														
50														
51														
	1. Intro		2. Data		3. Calculations		4. Prop. allocation (volume)		5. Shapley Value		6. ACAM		7. Comparison	

Bijlage 3: Tabblad 3. Calculations

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	STEP 3: CALCULATIONS BASED ON DATA ENTRY													
	This tab calculates all the necessary inputs in order to apply cost allocation methods													
	1) Company data calculations													
	Participating partners			Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United							
	Annual demand	in units/year		260	520	260	520							
	Order cost	in €		50,00 €	75,00 €	50,00 €	75,00 €							
	Holding cost	in €		25,00 €	7,50 €	25,00 €	7,50 €							
	EOQ	in units		32,25	101,98	32,25	101,98							
	Service level	in %		90%	90%	90%	90%							
	Z-value	-		1,28	1,28	1,28	1,28							
	Standard deviation of demand	-		2,50	5,00	2,50	5,00							
	Lead time	in weeks		1	1	1	1							
	Safety stock	in units		3,20	6,41	3,20	6,41							
	Average inventory	in units		19,33	57,40	19,33	57,40							
	Reorder point	in units		8,20	16,41	8,20	16,41							
	2) Total logistics cost calculation WITHOUT COLLABORATION													
	Participating partners			Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United	SUM						
	Number of transports	in transports/year		100	60	100	60	-						
	Cost per transport	in €		50,00 €	75,00 €	50,00 €	75,00 €	-						
	Total transport cost	in €		5.000,00 €	4.500,00 €	5.000,00 €	4.500,00 €	19.000,00 €						
	Average inventory level	in units		20	50	20	50	-						
	Annual inventory holding cost	in €/unit/year		25,00 €	7,50 €	25,00 €	7,50 €	-						
	Total inventory holding cost	in €		500,00 €	375,00 €	500,00 €	375,00 €	1.750,00 €						
	Total logistics cost	in €		5.500,00 €	4.875,00 €	5.500,00 €	4.875,00 €	20.750,00 €						
	3) Total logistics cost calculation WITH COLLABORATION													
	Participating partners			Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United	SUM						
	Annual order volume	in units		3200	6100	3200	6100	18600						
	Number of transports organised	transports/year		90	50	90	50	-						
	Cost per transport organised	in €		50,00 €	75,00 €	50,00 €	75,00 €	-						
	Total organised transport cost	in €		4.500,00 €	3.750,00 €	4.500,00 €	3.750,00 €	16.500,00 €						
	Number of transports joined	transports/year		25	30	25	30	-						
	Cost per transport joined	in €		10,00 €	10,00 €	10,00 €	10,00 €	-						
	Total joined transport cost	in €		250,00 €	300,00 €	250,00 €	300,00 €	1.100,00 €						
	Total organised & joined transport cost	in €		4.750,00 €	4.050,00 €	4.750,00 €	4.050,00 €	17.600,00 €						
	Average inventory level	in units		17,50	55,00	17,50	55,00	-						
	Annual inventory holding cost	in €/unit/year		25,00 €	7,50 €	25,00 €	7,50 €	-						
	Total inventory holding cost	in €		437,50 €	412,50 €	437,50 €	412,50 €	1.700,00 €						
	Total logistics costs	in €		5.187,50 €	4.462,50 €	5.187,50 €	4.462,50 €	19.300,00 €						
	Continue to step 4 to see the allocated costs for each partner using the proportional allocation method based on volume													
	1. Intro 2. Data 3. Calculations 4. Prop. allocation (volume) 5. Shapley Value 6. ACAM 7. Comparison +													

Bijlage 4: Tabblad 4. Proportional allocation (volume)

STEP 4: COST ALLOCATION USING THE PROPORTIONAL ALLOCATION METHOD (BASED ON VOLUME)
This tab provides all the necessary information on proportional allocation based on volume

1) Advantages and disadvantages

BENEFITS	DRAWBACKS
One satisfied fairness property: Group rationality (efficiency)	Six dissatisfied fairness properties: Individual & subgroup rationality, stability, symmetry, dummy, additivity
Easy to understand, compute and implement	Efforts might be undervalued (few transports + high volume VS many transports + low volume)

2) Cost saving calculation

Formula: $y_i = w_i * v(N)$ with $w_i = \frac{z_i}{\sum_{j \in N} z_j}$ $z_i = \text{volume shipped by partner } i$

Participating partners	Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United	COALITION
Total logistics cost of partner i, prior to collaboration	5.500,00 €	4.875,00 €	5.500,00 €	4.875,00 €	-
w_i Contribution of partner i to the coalition, based on volume	0,1720	0,3280	0,1720	0,3280	-
$v(N)$ Cost savings of grand coalition N	-	-	-	-	1.450,00 €
Total logistics cost of partner i, after collaboration and allocation	5.250,54 €	4.399,46 €	5.250,54 €	4.399,46 €	19.300,00 €
y_i Decrease in total logistics cost of coalition partner i	249,46 €	475,54 €	249,46 €	475,54 €	1.450,00 €

1. Intro 2. Data 3. Calculations **4. Prop. allocation (volume)** 5. Shapley Value 6. ACAM 7. Comparison +

Bijlage 5: Tabblad 5. Shapley Value

STEP 5: SHAPLEY VALUE
This tab provides all the necessary information on the shapley value

1) Advantages and disadvantages

BENEFITS	DRAWBACKS
Five satisfied fairness properties: Group & individual rationality, symmetry, dummy, additivity	Two dissatisfied fairness properties: Subgroup rationality, stability
One single solution	

2) Cost saving calculation

Formula: $x_i = \sum_{S \subseteq N, i \in S} \frac{(|S|-1)!(|N|-|S|)!}{|N|!} [c(S \cup \{i\}) - c(S)]$

Participating partners		Additional information	
Brussels Airlines	A	Number of participating partners	4
Lufthansa	B	Number of possible combinations	15
Air Canada	C	Number of possible permutations	24
United	D		

Combinations	Total Logistics Costs
A	5.500,00 €
B	4.875,00 €
C	5.500,00 €
D	4.875,00 €
AB	9.650,00 €
AC	10.375,00 €
AD	9.650,00 €
BC	9.650,00 €
BD	8.925,00 €
CD	9.650,00 €
ABC	14.837,50 €
ABD	14.112,50 €
ACD	14.837,50 €
BCD	14.112,50 €
ABCD	19.300,00 €

4 Partners	A	B	C	D
ABCD	5.500,00 €	4.150,00 €	5.187,50 €	4.462,50 €
ACBD	5.500,00 €	4.462,50 €	4.875,00 €	4.462,50 €
ADBC	5.500,00 €	4.462,50 €	5.187,50 €	4.150,00 €
ABDC	5.500,00 €	4.150,00 €	5.187,50 €	4.462,50 €
ACDB	5.500,00 €	4.462,50 €	4.875,00 €	4.462,50 €
ADCB	5.500,00 €	4.462,50 €	5.187,50 €	4.150,00 €
BACD	4.775,00 €	4.875,00 €	5.187,50 €	4.462,50 €
BCAD	5.187,50 €	4.875,00 €	4.775,00 €	4.462,50 €
BCDA	5.187,50 €	4.875,00 €	4.775,00 €	4.462,50 €
BDAC	5.187,50 €	4.875,00 €	5.187,50 €	4.050,00 €
BADC	4.775,00 €	4.875,00 €	5.187,50 €	4.462,50 €
BDCA	5.187,50 €	4.875,00 €	5.187,50 €	4.050,00 €
CABD	4.875,00 €	4.462,50 €	5.500,00 €	4.462,50 €
CBAD	5.187,50 €	4.150,00 €	5.500,00 €	4.462,50 €
CDAB	5.187,50 €	4.462,50 €	5.500,00 €	4.150,00 €
CADB	4.875,00 €	4.462,50 €	5.500,00 €	4.462,50 €
CBDA	5.187,50 €	4.150,00 €	5.500,00 €	4.462,50 €
CDBA	5.187,50 €	4.462,50 €	5.500,00 €	4.150,00 €
DABC	4.775,00 €	4.462,50 €	5.187,50 €	4.875,00 €
DBAC	5.187,50 €	4.050,00 €	5.187,50 €	4.875,00 €
DCAB	5.187,50 €	4.462,50 €	4.775,00 €	4.875,00 €
DACB	4.775,00 €	4.462,50 €	5.187,50 €	4.875,00 €
DBAC	5.187,50 €	4.050,00 €	5.187,50 €	4.875,00 €
DCBA	5.187,50 €	4.462,50 €	4.775,00 €	4.875,00 €
Total Logistics Cost (with collaboration, after allocation)	5.170,83 €	4.479,17 €	5.170,83 €	4.479,17 €

1. Intro 2. Data 3. Calculations 4. Prop. allocation (volume) **5. Shapley Value** 6. ACAM 7. Comparison

Bijlage 6: Tabblad 6. ACAM

STEP 6: ALTERNATIVE COST AVOIDED METHOD										
This tab provides all the necessary information on the ACAM-method										
1) Advantages and disadvantages										
BENEFITS					DRAWBACKS					
Two satisfied fairness properties: Group rationality, symmetry					Five dissatisfied fairness properties: Individual & subgroup rationality, stability, dummy, additivity					
Easy to understand & compute, transparent										
Relative benefits as equal as possible										
2) Cost saving calculation										
Formula: $y_i = m_i + \frac{c(i) - m_i}{\sum_{j=1}^n [c(j) - m_j]} * \left(c(N) - \sum_{j=1}^n m_j \right)$										
Participating partners		Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United	COALITION				
$c(i)$	Total logistics cost of coalition partner i, prior to collaboration	5.500,00 €	4.875,00 €	5.500,00 €	4.875,00 €	-				
$c(N)$	Total logistics cost of the coalition with collaboration	-				19.300,00 €				
m_i	Separable cost of company i, calculated as $c(N) - c(N \setminus i)$	4.050,00 €	3.425,00 €	4.050,00 €	3.425,00 €	-				
Total logistics cost of coalition partner i, after collaboration		5.137,50 €	4.512,50 €	5.137,50 €	4.512,50 €	19.300,00 €				
y_i	Decrease in total logistics cost of coalition partner i	362,50 €	362,50 €	362,50 €	362,50 €	1.450,00 €				

Bijlage 7: Tabblad 7. Comparison

STEP 7: COMPARISON
This tab visually shows the differences between the previously used allocation methods

PROPORTIONAL ALLOCATION BASED ON VOLUME

Participating partners	Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United
Total logistics cost WITHOUT COLLABORATION	5.500,00 €	4.875,00 €	5.500,00 €	4.875,00 €
Total logistics cost WITH COLLABORATION, BEFORE ALLOCATION	5.187,50 €	4.462,50 €	5.187,50 €	4.462,50 €
Total logistics cost WITH COLLABORATION, AFTER ALLOCATION	5.255,54 €	4.399,46 €	5.255,54 €	4.399,46 €
Decrease in total logistics cost WITH COLLABORATION, AFTER ALLOCATION	349,46 €	475,54 €	349,46 €	475,54 €

COLLATION
20.750,00 €
19.300,00 €
1.450,00 €

Division of gains

Evolution of total logistics costs

SHAPLEY VALUE

Participating partners	Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United
Total logistics cost WITHOUT COLLABORATION	5.500,00 €	4.875,00 €	5.500,00 €	4.875,00 €
Total logistics cost WITH COLLABORATION, BEFORE ALLOCATION	N/A	N/A	N/A	N/A
Total logistics cost WITH COLLABORATION, AFTER ALLOCATION	5.176,83 €	4.479,17 €	5.176,83 €	4.479,17 €
Decrease in total logistics cost WITH COLLABORATION, AFTER ALLOCATION	329,17 €	395,83 €	329,17 €	395,83 €

COLLATION
20.750,00 €
N/A
19.300,00 €
1.450,00 €

Division of gains

Evolution of total logistics costs

ALTERNATIVE COST ALLOCATION METHOD

Participating partners	Brussels Airlines	Lufthansa	Air Canada	United
Total logistics cost WITHOUT COLLABORATION	5.500,00 €	4.875,00 €	5.500,00 €	4.875,00 €
Total logistics cost WITH COLLABORATION, BEFORE ALLOCATION	5.187,50 €	4.462,50 €	5.187,50 €	4.462,50 €
Total logistics cost WITH COLLABORATION, AFTER ALLOCATION	5.137,50 €	4.512,50 €	5.137,50 €	4.512,50 €
Decrease in total logistics cost WITH COLLABORATION, AFTER ALLOCATION	342,50 €	342,50 €	342,50 €	342,50 €

COLLATION
20.750,00 €
19.300,00 €
1.450,00 €

Division of gains

Evolution of total logistics costs