



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Ontwikkelen van een onderwijstool rond kostenallocatie in horizontale logistieke samenwerking

Nick Eykens

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

PROMOTOR :

dr. Lotte VERDONCK



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

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

2019
2020



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Ontwikkelen van een onderwijstool rond kostenallocatie in horizontale logistieke samenwerking

Nick Eykens

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

PROMOTOR :

dr. Lotte VERDONCK



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

***Ontwikkelen van een onderwijstool rond kostenallocatie in horizontale
logistieke samenwerking***

Nick Eykens

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

PROMOTOR:

dr. Lotte Verdonck

Academiejaar 2019-2020

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

VOORWOORD

Bij het afronden van een masteropleiding hoort het schrijven van een masterproef. Dit is het slot van een hoofdstuk in het leven van een student. Deze masterproef werd geschreven in het kader van het voltooien van de opleiding Handelswetenschappen - Supply chain management. Het project dat verwezenlijkt werd, is de ontwikkeling van een onderwijstool die kan gebruikt worden om het concept kostenallocatie in horizontale logistieke samenwerkingsverbanden aan te leren aan studenten. Het was een uitdaging om deze tool te ontwikkelen, maar ik ben blij met het onderwerp dat ik gekozen heb. Dankzij dit eindwerk was het mogelijk om kennis te vergaren in het programma Microsoft Excel. Deze competentie kan overgedragen worden naar het professionele leven.

Graag zou ik enkele mensen willen bedanken die het mogelijk hebben gemaakt om deze masterproef succesvol tot stand te brengen. In de eerste plaats zou ik mijn promotor dr. Lotte Verdonck willen bedanken voor de goede begeleiding tijdens het onderzoek. Wanneer gevraagd werd iets na te kijken, was dit nooit een probleem. Ik kreeg altijd spoedig een antwoord na het stellen van een vraag. De verschillende versies werden steeds grondig nagekeken en de ontvangen feedback was altijd zeer waardevol. Hierbij bedank ik ook de docenten van de UHasselt in het algemeen. De theoretische ondersteuning uit de lessen maakte het mogelijk om deze masterproef grondig uit te werken.

Ten slotte bedank ik de personen die mij altijd gesteund hebben. Ik denk hierbij aan mijn ouders en aan mijn vriendin. Zonder hun steun was ik waarschijnlijk nooit aan de opleiding begonnen. Tijdens deze opleiding heb ik een andere kijk gekregen op bepaalde zaken. Daarnaast heb ik nieuwe vrienden leren kennen. Ik heb een leuke, maar ook leerrijke tijd achter de rug en ben in de tussentijd weer wat ervaringen rijker. Hierdoor zal ik nooit spijt hebben dat ik aan deze opleiding ben begonnen.

Ik wens u veel leesplezier toe,

Nick Eykens

Tongeren, 29 mei 2020

SAMENVATTING

De laatste jaren doen zich een aantal trends voor die een nefaste invloed hebben op de winstmarges van logistieke dienstverleners. De doorbraak van e-commerce in de samenleving heeft ervoor gezorgd dat klanten hoge eisen stellen ten aanzien van transport. Klanten verwachten leveringen binnen de 24 uur en bovendien willen ze frequenter beleverd worden met kleinere volumes. Het aantal bestelwagens op de weg is fors gestegen, waardoor de congestie op de wegen niet te overzien is. Daarnaast zorgen de stijgende brandstofprijzen voor steeds stijgende kosten. De interne processen van deze bedrijven zijn vaak al zodanig geoptimaliseerd dat bijkomende verbeteringen geen omvangrijke besparingen opleveren. Om met de bovenstaande uitdagingen om te gaan, gaan tal van logistieke dienstverleners op zoek naar partners die willen samenwerken om de processen verder te optimaliseren.

In de literatuur wordt een onderscheid gemaakt tussen drie categorieën van samenwerking namelijk verticale, laterale en horizontale samenwerking. Verticale samenwerkingsbanden zijn partnerschappen tussen bedrijven die actief zijn op verschillende niveaus op de supply chain zoals bijvoorbeeld producenten, retailers en klanten. Laterale samenwerking is het samenvoegen van verticale en horizontale samenwerkingsverbanden om tot een efficiënt logistiek netwerk te komen. De voordelen van verticale en laterale samenwerking worden in de literatuur al uitgebreid aangehaald, maar het onderzoek naar horizontale logistieke samenwerkingsverbanden blijft eerder schaars. Horizontale samenwerkingsverbanden zijn relaties tussen bedrijven die dezelfde soort activiteiten uitvoeren en zich op hetzelfde niveau van de supply chain bevinden. Omwille van de innovativiteit en relevantie van deze horizontale samenwerkingsverbanden ligt de focus in deze masterproef op deze samenwerkingsvorm.

Een horizontale samenwerking heeft als doel om samen met verschillende partners een synergetisch effect te creëren. Door dit synergetisch effect is het mogelijk voor deze coalitie om te concurreren op de steeds meer globaliserende markten. Een horizontaal samenwerkingsverband heeft tal van voordelen zoals het verhogen van de productiviteit, het verbeteren van de klantenservice en het verminderen van het aantal lege kilometers van de betrokken bedrijven. Een horizontaal samenwerkingsverband opzetten is echter geen sinecure. Het selecteren van geschikte partners om een hechte langetermijnrelatie op te bouwen is een opdracht waar veel samenwerkingen in falen. In vergelijking met een verticale samenwerking is de kans op opportunisme en conflicten groter in een horizontaal samenwerkingsverband, aangezien deze partners concurreren om dezelfde klanten.

Nadat een partner gekozen is met een gelijke visie op het horizontaal samenwerkingsverband, worden de partners geconfronteerd met de kostenallocatie uitdaging. In de literatuur wordt een scala aan kostenallocatiemechanismen besproken die kunnen opgedeeld worden in drie categorieën: proportionele kostenallocatietechnieken, technieken op basis van coöperatieve speltheorie en technieken die rekening houden met specifieke samenwerkingskenmerken. Ieder van deze technieken heeft andere eigenschappen en daarbij voor- en nadelen. Het is aan de partners van de coalitie om het kostenallocatiemechanisme te kiezen dat compatibel is met de samenwerking.

Mogelijke vereisten zijn dat de kosten eerlijk verdeeld worden en dat de allocatiemethode eenvoudig te begrijpen is.

Kostenallocatietechnieken vormen een relevant en interessant onderdeel van het curriculum van de opleiding Handelswetenschappen – Supply chain management. Deze thematiek is niet eenvoudig om te doceren en zorgt voor een uitdaging bij de studenten. Om de verschillende kostenallocatiemechanismen met elkaar te kunnen vergelijken, is eerst heel wat rekenwerk nodig. De ontwikkeling van een tool die gebruikt kan worden om kostenallocatietechnieken te doceren vormt dus een opportuniteit.

Om deze tool te ontwikkelen werd Microsoft Excel gebruikt. Dit softwareprogramma biedt een scala aan grafische mogelijkheden en is reeds gekend bij de meeste studenten die een economische opleiding volgen. Het gebruik van spreadsheets om kostenallocatie in horizontale logistieke samenwerkingsverbanden aan te leren bij studenten biedt tal van voordelen. Vooral het automatiseren van de verschillende handelingen zorgt ervoor dat de gebruiker geen fouten kan maken bij de berekeningen. Een student verliest geen tijd met de manuele handelingen om het achterliggende concept te bestuderen. De gebruiker kan meteen de impact zien van het veranderen van de gegevens op de kostenallocatieresultaten en hieruit zijn conclusies trekken.

Studenten kunnen op een zelfstandige manier de verschillende kostenallocatiemechanismen ontdekken aan de hand van de tool en bijhorende gebruiksaanwijzing. Door de studenten deze hulpmiddelen aan te bieden samen met een voorbeeldcase, kunnen studenten het topic kostenallocatie op een interactieve manier aanleren zonder zich te verliezen in manueel rekenwerk. De tool die in kader van deze masterproef werd ontwikkeld, biedt de mogelijkheid om drie kostenallocatiemechanismen te simuleren aan de hand van een zelfgekozen coalitiegrootte tussen twee en zes bedrijven. Door een tabblad toe te voegen in de tool met enkele grafieken kunnen de studenten de methoden en resultaten ook visueel vergelijken en conclusies maken op basis van deze grafieken. Ieder tabblad met een kostenallocatietechniek is bovendien voorzien van een voor- en nadeel van de betreffende techniek zodat de gebruiker de kwalitatieve en theoretische aspecten van iedere methode in het achterhoofd houdt.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord.....	i
Samenvatting	ii
Inhoudsopgave	v
Lijst met figuren.....	vii
Hoofdstuk 1: Onderzoeksplan	1
1.1 Praktijkprobleem	1
1.1.1 Horizontale logistieke samenwerking	1
1.1.2 Kostenallocatie	3
1.1.3 Onderwijstool	4
1.2 Onderzoeksvraag.....	5
1.3 Methodologie.....	5
Hoofdstuk 2: Horizontale logistieke samenwerking	7
2.1 Oorsprong en begripsomschrijving	7
2.2 Operationele structuur van horizontale logistieke samenwerkingsverbanden	8
2.3 Motieven voor horizontale logistieke samenwerking	9
2.3.1 Interne motieven	9
2.3.2 Externe motieven.....	11
2.4 Uitdagingen voor horizontale logistieke samenwerking	12
Hoofdstuk 3: Kostenallocatie.....	15
3.1 Introductie.....	15
3.2 Proportionele kostenallocatietechnieken.....	16
3.3 Kostenallocatietechnieken op basis van coöperatieve speltheorie	17
3.3.1 Core.....	17
3.3.2 Shapley-waarde.....	18
3.3.3 Nucleolus	20
3.4 Kostenallocatietechnieken op basis van bijkomende specifieke eigenschappen.....	21
Hoofdstuk 4: Onderwijstool	24
4.1 Spreadsheets in het onderwijs.....	24
4.1.1 Evolutie	24
4.1.2 Voordelen	26
4.2 Criteria voor een goede onderwijstool.....	27
Hoofdstuk 5: Praktijkstudie	29
5.1 Inleiding	29
5.2 Handleiding.....	29
5.3 Voordelen	42
5.4 Nadelen.....	43
5.5 Afwegingen	44
Conclusie	45

6.1	Conclusies	45
6.2	Beperkingen en verder onderzoek.....	46
	Bibliografie	48
	Bijlagen	51

LIJST MET FIGUREN

FIGUUR 1 – COALITIEGROOTTE: BEPALEN VAN DE COALITIEGROOTTE	30
FIGUUR 2 – COALITIEGROOTTE: INVULLEN VAN DE NAMEN VAN DE BEDRIJVEN	30
FIGUUR 3 – COALITIEGROOTTE: DATA IS GOEDGEKEURD	30
FIGUUR 4 – GEGEVENSINGAVE: BESCHRIJVENDE CELLEN	31
FIGUUR 5 – GEGEVENSINGAVE: IN TE VULLEN CELLEN	31
FIGUUR 6 – GEGEVENSINGAVE: DATA IS GOEDGEKEURD	31
FIGUUR 7 – INTERMEDIAIRE BEREKENINGEN: BESCHRIJVENDE CELLEN	32
FIGUUR 8 – INTERMEDIAIRE BEREKENINGEN: FORMULECELLEN EN TOTALEN	32
FIGUUR 9 – PROPORTIONELE METHODE: BESCHRIJVENDE CELLEN	33
FIGUUR 10 – PROPORTIONELE METHODE: FORMULECELLEN	33
FIGUUR 11 – PROPORTIONELE METHODE: TOTALEN	34
FIGUUR 12 – PROPORTIONELE METHODE: VOOR- EN NADEEL	34
FIGUUR 13 – SHAPLEY-WAARDE: INFORMATIE EN FORMULE	35
FIGUUR 14 – SHAPLEY-WAARDE: COMBINATIES EN KOSTEN	35
FIGUUR 15 – SHAPLEY-WAARDE: PERMUTATIES	36
FIGUUR 16 – SHAPLEY-WAARDE: BEREKENINGEN	36
FIGUUR 17 – SHAPLEY-WAARDE: VOOR- EN NADEEL	37
FIGUUR 18 – COST GAP METHODE: BESCHRIJVENDE CELLEN	38
FIGUUR 19 – COST GAP METHODE: FORMULECELLEN EN TOTALEN	39
FIGUUR 20 – COST GAP METHODE: VOOR- EN NADEEL	39
FIGUUR 21 – VERGELIJKING: VERDELING KOSTEN EN BATEN	40
FIGUUR 22 – VERGELIJKING: TAARTDIAGRAM	40
FIGUUR 23 – VERGELIJKING: SELECTEREN PARTNER	41
FIGUUR 24 – VERGELIJKING: STAAFDIAGRAMMEN	41

HOOFDSTUK 1: ONDERZOEKSPLAN

1.1 PRAKTIJKPROBLEEM

1.1.1 HORIZONTALE LOGISTIEKE SAMENWERKING

Wanneer de economie groeit, stijgt de vraag naar transport (Slegers, 2018). Eén truck op vier rijdt echter leeg rond en de vulgraad van de rest bedraagt gemiddeld slechts 57% (Claeys, 2017). Voornamelijk kleine en middelgrote producenten doorkruisen het land met beperkt gevulde trailers om groothandels en retailers te beleveren (Claeys, 2017). Retailers bestellen lage hoeveelheden om de voorraadkosten te drukken en hun financieel risico te reduceren (Claeys, 2017). De constant stijgende brandstofprijzen zorgen ervoor dat deze kleine en middelgrote bedrijven niet meer in staat zijn om hun goederen goedkoop te leveren (Juan, et al., 2014).

Eenzijds hebben transportbedrijven de neiging om vrachtwagens te vervangen door bestelwagens om de kilometerheffing te omzeilen (Ooms, 2017). Anderzijds is de toevloed van bestelwagens gestegen door de opkomst van e-commerce (Claeys, 2017). De stijging van het aantal bestelwagens heeft negatieve gevolgen voor de algemene verkeerscondities in België zoals het dalen van de gemiddelde snelheid (Ooms, 2017). Als gevolg van de toenemende congestie schat het Federaal Planbureau dat de gemiddelde snelheid op de weg zal dalen met 10% in de daluren en met 24% in de spitsuren (Coomans, 2017). In 1997 bedroeg de gemiddelde snelheid van trucks op de Belgische wegen 65 km/uur. Twintig jaar later is dat nog maximaal 55 km/uur (Claeys, 2017).

Bovendien zorgt de groei van e-commerce voor frequentere leveringen van kleine hoeveelheden en een lagere vullingsgraad (Coomans, 2017). Daar bovenop groeien de eisen van de consument met betrekking tot betrouwbaarheid en voorspelbaarheid (Verduijn & Iding, 2019). De scherpe eisen van de consument vragen om een andere invulling van de distributieketen (Verduijn & Iding, 2019). Door de groei van e-commerce wil de consument gratis thuislevering binnen 24 uur en de transporteur moet zich aanpassen aan die eisen (Coomans, 2017). Hierdoor stijgen de directe en ook de indirecte kosten van het vervoer zoals congestie en verontreiniging (Coomans, 2017). Door deze evolutie dienen de kosten gedrukt te worden en zijn bedrijven op zoek naar kansen om stromen te combineren (Verduijn & Iding, 2019).

Het Federaal Planbureau (2015) verwacht dat tegen 2030 de vraag naar goederenvervoer zal stijgen met 47%. Hierdoor verhoogt de hoeveelheid congestie en vervuiling die vervoer met zich meebrengt (Coomans, 2017). Deze vervuiling zorgt voor externe druk op transport om CO₂-emissies te verlagen (Slegers, 2018). Koolstofdioxide, methaan- en lachgas zijn de belangrijkste broeikasgassen. Volgens het Federaal Planbureau (2019) zal de totale uitstoot ervan toenemen met 3,1 % tegen 2040. Volgens voorspellingen gaan de directe broeikasgasemissies toenemen met 2,8% en de indirecte emissies met 4,6 % (Daubresse, et al., 2019). Het terugdringen van de broeikasgasuitstoot door de transportsector is één van de grootste uitdagingen voor de Europese Unie en de lidstaten. De Europese Unie heeft zich tegen 2050 een reductie met 60 % van de uitstoot van de transportsector opgelegd ten opzichte van 1990, conform de Overeenkomst van Parijs (Daubresse, et al., 2019). De

steeds striktere milieunormen op Europees, federaal en regionaal niveau schrikken potentiële logistieke dienstverleners af om zich in België te komen vestigen, ten voordele van regio's met minder strikte regels (Coomans, 2017). Hierdoor ontstaat concurrentie van opkomende landen en buurlanden.

De globalisering van de productie heeft ertoe geleid dat de afstanden in supply chains zijn vergroot en dat ze minder voorspelbaar zijn geworden (Cruijssen, 2006). Steeds meer bedrijven delocaliseren hun productie naar goedkopere landen. Door het vertrek van industriële activiteiten wordt België minder aantrekkelijk als logistiek gebied (Coomans, 2017). Dit maakt het voor de vele kleine logistieke dienstverleners moeilijker om te voldoen aan de eisen van hun klanten (Cruijssen, 2006). In de logistieke sector is sterke concurrentie uit het buitenland aanwezig, aangezien logistieke dienstverlening op wereldschaal gebeurt (Coomans, 2017). De buurlanden Duitsland en Nederland zorgen eveneens voor competitie. Deze landen maken vooral het verschil door efficiëntere douaneprocedures en een betere infrastructuur en staan bijgevolg hoger in de ranking van de Logistics Performance Index dan België (Coomans, 2017). De hoge loonkosten in België zorgen er daarnaast voor dat binnenlandse transporteurs geen concurrentie vormen voor transporteurs uit Oost-Europese landen (Coomans, 2017). De verstikkende concurrentie samen met de lage winstmarges zorgen ervoor dat kleine bedrijven niet overleven.

Een mogelijke manier om met bovenstaande uitdagingen om te gaan, is het aangaan van horizontale logistieke samenwerkingsverbanden. Horizontale samenwerkingsverbanden zijn relaties tussen bedrijven die dezelfde soort activiteiten uitvoeren en zich op hetzelfde niveau van de supply chain bevinden (Verduijn & Iding, 2019). Transportbedrijven gaan dit soort samenwerkingen aan om het rijden van lege kilometers te beperken door het bundelen van hun ladingen met die van andere bedrijven (Slegers, 2018). Bedrijven kunnen ook hun kostenniveaus beperken en hun servicegraad verhogen door volumes te bundelen (Verduijn & Iding, 2019). Door horizontale samenwerkingsverbanden aan te gaan is het mogelijk transportorders van klanten uit te wisselen tussen logistieke dienstverleners om de bezettingsgraad van de vrachtwagens te verhogen. Op die manier verzamelen transporteurs bijvoorbeeld de ladingen van meerdere organisaties en groeperen ze deze per regio om vervolgens de klanten te beleveren (Verduijn & Iding, 2019). Deze samengestelde vracht wordt bijgevolg voordeliger gedistribueerd met behulp van één vrachtwagen. Door deze strategie zijn kleine bedrijven in staat om schaalvoordelen te behalen (Juan, et al., 2014). Een ander voordeel is dat het aantal lege terugritten significant vermindert (Juan, et al., 2014).

Vermits het verbeteren van de interne efficiëntie niet altijd haalbaar is, vormen horizontale samenwerkingsverbanden een alternatief om de hedendaagse uitdagingen aan te gaan. Een voorbeeld hiervan is het horizontaal samenwerkingsverband 'Limburgse Pool Transport & Logistiek' dat vier logistieke bedrijven vertegenwoordigt. Met dit partnerschap trachten deze bedrijven de strijd aan te gaan met de buitenlandse concurrentie (Haesevoets, 2017). Samenwerking tussen partners in de transportsector heeft bovendien ook het vermogen om de ecologische voetafdruk van de deelnemende bedrijven te reduceren. Door samen te werken vermindert het aantal ritten en vergroot de efficiëntie van de transporteur wat een daling in afstand gebaseerde kosten en CO₂-uitstoot met zich meebrengt (Juan, et al., 2014).

1.1.2 KOSTENALLOCATIE

Het is duidelijk dat horizontale samenwerking een optie is om efficiënt en op een duurzame wijze goederen te transporteren. Naast voordelen brengt horizontale samenwerking echter ook tal van uitdagingen met zich mee. Eén hiervan is het toewijzen of verdelen van kosten en winsten verbonden aan de samenwerking. Het probleem dat prominent aanwezig is, is het gebrek aan vertrouwen tussen logistieke dienstverleners onderling. Het vertrouwen tussen nieuwe partners is moeilijk aangezien deze transportbedrijven voorheen concurrenten waren. Verduijn en Iding (2019) stellen dat horizontale samenwerkingsverbanden enkel kans van slagen hebben indien onderlinge partners vertrouwen hebben in elkaar. Bovendien bestaat de kans dat de horizontale samenwerking faalt indien er wantrouwen ontstaat over de verdeling van de kosten en baten verbonden aan de samenwerking (Verdonck, et al., 2016).

In de literatuur worden kostenallocatietechnieken onderverdeeld in drie categorieën (Verdonck, et al., 2016). In de praktijk is de meest gebruikte kostenallocatietechniek die van proportionele verdeling (Liu, et al., 2010). Deze methode is eenvoudig toe te passen en te berekenen. De collectieve winst van het samenwerkingsverband wordt verdeeld onder de verschillende partners op basis van o.a. het volume of de gemaakte kosten (Liu, et al., 2010).

De tweede categorie kostenallocatietechnieken is gebaseerd op de coöperatieve speltheorie. De coöperatieve speltheorie stelt dat individuele spelers in een samenwerkingsverband collectief een beter rendement behalen dan alleen (Janssen, 2019a). Dit wil zeggen dat een partner binnen een samenwerkingsverband geen reden mag hebben om de samenwerking te verlaten (Janssen, 2019a). Een kostentoewijzingsmethode, die de speltheorie volgt, is de Shapley-waarde. Shapley-waarde wordt geïnterpreteerd als de gemiddelde marginale bijdrage die een partner levert aan het grote samenwerkingsverband ervan uitgaande dat het samenwerkingsverband één bedrijf per keer wordt gevormd (Liu, et al., 2010). Nucleolus is een alternatief voor de Shapley-waarde, aangezien deze methode ook de speltheorie volgt. Volgens de nucleolus is een efficiënte kostenallocatie verworven wanneer de tevredenheid van de meest ontevreden speler in het samenwerkingsverband op het maximum is (Janssen, 2019b).

Logistieke dienstverleners ervaren de allocatietechnieken op basis van de coöperatieve speltheorie als complex (Verdonck, et al., 2016). Vandaar dat verscheidende onderzoekers andere allocatiemethoden hebben ontwikkeld die rekening houden met specifieke kenmerken van de samenwerking. Deze vallen onder de derde categorie namelijk de kostenallocatietechnieken op basis van bijkomende specifieke eigenschappen. Onder deze categorie vallen verschillende methoden met verschillende doeleindes zoals bijvoorbeeld de *equal profit method*. Deze methode tracht het verschil te minimaliseren tussen de winsten die de verschillende partners toegewezen krijgen. Op die manier voelen de partners zich eerlijk behandeld. Tijs en Driessen (1986) tonen aan dat de totale kosten in een samenwerking ook onderverdeeld kunnen worden in deelbare en niet-deelbare kosten. Op basis van dit idee, ontwikkelen ze drie allocatiemethoden die passen binnen deze derde categorie namelijk *equal charge method*, *alternative cost avoided method* en *de cost gap method* (Tijs & Driessen, 1986).

1.1.3 ONDERWIJSTOOL

Op basis van het belang van horizontale samenwerking en de kostenallocatie uitdaging die er aan verbonden is, maakt het onderdeel uit van het curriculum van verscheidene bedrijfseconomische opleidingen. In deze context is het doel van deze masterproef het ontwikkelen van een onderwijstool rond kostenallocatie in horizontale logistieke samenwerking. Deze onderwijstool wordt in het softwareprogramma Excel uitgewerkt. Spreadsheets zijn uitgegroeid tot de belangrijkste softwaretoepassing voor het onderwijzen van beslissingsmodellen in de meeste handelsscholen (Munisamy, 2009). Ondanks de stijgende populariteit heeft de spreadsheet nog een lange weg te gaan voordat het een universeel hulpmiddel voor onderwijs en leren wordt. Volgens Munisamy (2009) is het aangeraden om gebruik te maken van spreadsheets om operationeel onderzoek te doceren aan studenten om op die manier de modelleringscompetenties te ontwikkelen. Daarom wordt in deze masterproef een tool met handleiding uitgewerkt die studenten en docenten ondersteunt tijdens het leerproces van kostenallocatietechnieken in een logistieke setting.

In het huidige curriculum krijgen studenten uit de master Handelswetenschappen – Supply chain management een case op papier van twee bedrijven die willen samenwerken. Vervolgens moeten de leerlingen manueel de kosten verdelen in dit horizontaal samenwerkingsverband. Handmatig rekenwerk duurt lang en de kans op fouten is groot. Door gebruik te maken van een spreadsheet worden resultaten sneller bekomen aangezien de spreadsheet automatisch de juiste resultaten genereert bij een aanpassing van de input. Een ander aspect is dat in realiteit samenwerkingsverbanden vaak met meerdere bedrijven zijn. Met behulp van een spreadsheet is het eenvoudig om extra bedrijven toe te voegen, aangezien enkel de input veranderd moet worden. Bovendien is het met Excel mogelijk om grafieken te maken om de verschillende technieken visueel te beoordelen.

Door gebruik te maken van de tool krijgen de studenten een eenvoudig en tastbaar idee van de uitdagingen verbonden aan horizontale samenwerking. Aangezien iedere kostenallocatiemethode een andere formule gebruikt om de kosten en winsten te verdelen, kan het simuleren via een spreadsheet vergezeld met een handleiding dienen als extra ondersteuning. Het gebruik van spreadsheets stelt docenten in staat om verder te gaan dan enkel het onderwijzen van theorie door studenten de mogelijkheid te bieden om met de praktijk van het modelleren van een managementprobleem om te gaan (Munisamy, 2009). Studenten zijn vragende partij om spreadsheet skills te ontwikkelen, omdat zij weten dat zulke praktische competenties nodig zijn om succesvol te zijn in hun job (Munisamy, 2009). De onderwijstool heeft hoofdzakelijk academische studenten en docenten als doelpubliek, maar heeft evenzeer potentieel om een rol te spelen in de bedrijfswereld.

De onderwijstool moet als gebruiksvriendelijk en eenvoudig ervaren worden. Denk bijvoorbeeld aan de invloed van het ontwerp van het werkblad en de celopmaak van rapportages. Een matig spreadsheetontwerp kan zorgen voor verwarring bij de gebruiker terwijl een duidelijk ontwerp voor de juiste opvatting van het model zorgt. Voor de onderwijstool is een overzichtelijk spreadsheetontwerp aan de orde waarbij de cellen op de meest logische wijze geplaatst zijn om een vlot te interpreteren resultaat weer te geven. Daar bovenop moet de onderwijstool

gebruiksvriendelijk en eenvoudig zijn. Studenten zijn tegenwoordig bekend met de basisfuncties van Excel en hebben minder tijd nodig bij het verwerken van gegevens (Baker & Sugden, 2003). Desalniettemin moet de gebruiker een positieve ervaring hebben bij het hanteren van de onderwijstool. Bovendien moet de Excel-tool motiverend zijn voor studenten die geen ervaring hebben met kostenallocatie. De handleiding, die de onderwijstool begeleidt, moet dezelfde criteria hanteren als de onderwijstool zelf, namelijk gebruiksvriendelijk, eenvoudig en visueel aantrekkelijk. De intentie is dat de gebruiker van de onderwijstool aan de hand van de handleiding op zelfstandige basis een case kan uitwerken.

1.2 ONDERZOEKSVRAAG

De thematiek van horizontale logistieke samenwerking is een belangrijk en relevant onderzoeks- en onderwijsonderwerp. Bovendien vormt kostenallocatie een concrete uitdaging die niet eenduidig aan studenten gedoceerd kan worden. Het doel van dit onderzoek is daarom een praktische bijdrage te leveren door studenten kostenallocatie in horizontale logistieke samenwerking bij te brengen aan de hand van een onderwijstool en bijbehorende gebruiksaanwijzing. De centrale onderzoeksvraag van dit onderzoek luidt als volgt: *"Hoe ontwikkel je een gebruiksvriendelijke en eenduidige onderwijstool rond kostenallocatie in horizontale logistieke samenwerking?"*. Voor deze onderzoeksvraag worden onderstaande bijvragen geformuleerd.

Allereerst wordt het belang van logistieke samenwerking geanalyseerd in de deelvraag *"Waarom is logistieke samenwerking relevant gezien de huidige uitdagingen van de sector?"*. Vervolgens wordt een algemeen beeld geschetst van het concept kostenallocatie in horizontale logistieke samenwerkingen. Daarbij hoort de deelvraag *"Waarom is kostenallocatie essentieel in een horizontaal samenwerkingsverband?"* om het belang aan te tonen van het praktijkprobleem van deze masterproef. In de literatuur zijn reeds tal van technieken voor kostenallocatie ontwikkeld. Daarom vormt de deelvraag *"Welke technieken voor kostenallocatie worden behandeld in de literatuur?"* een beeld van wat verwacht wordt bij kostenallocatie. Ten slotte handelt de laatste deelvraag *"Wat zijn de criteria van een gebruiksvriendelijke en eenduidige onderwijstool?"* over de visuele en praktische kenmerken van een onderwijstool. Door een balans op te maken van de veelvoorkomende struikelblokken bij de interpretatie van spreadsheets kunnen deze vermeden worden bij het opzetten van de onderwijstool rond kostenallocatie.

1.3 METHODOLOGIE

De masterproef is opgesplitst in een literatuurstudie en een praktijkgedeelte. Het eerste deel is de literatuurstudie. Deze bestaat uit drie grote delen: horizontale logistieke samenwerking, kostenallocatie en het ontwikkelen van een onderwijstool. Dit is equivalent aan de delen omschreven in het praktijkprobleem. De literatuurstudie is gebaseerd op wetenschappelijke papers en boeken die beschikbaar zijn online of via de UHasselt bibliotheek. Online wordt gezocht via de databanken Web of Science, Ebscohost en Google Scholar. De wetenschappelijke artikelen worden gezocht op basis van zoektermen die verbonden zijn aan de hoofdstukken kostenallocatie, horizontale logistieke samenwerking en onderwijstool. Voorbeelden hiervan zijn "collaborative logistics", "horizontal

logistics”, “cost allocation in horizontal cooperation”, “spreadsheets in teaching” en “spreadsheet modeling logistics”.

In het praktijkonderzoek is het de bedoeling om een onderwijstool voor kostenallocatie uit te werken via het softwareprogramma Excel. In de master Handelswetenschappen - Supply chain management maken de theorie rond horizontale samenwerking en technieken voor kostenallocatie deel uit van het leerplan. De verschillende methoden die toegepast worden in de lessen worden vergeleken met de literatuur. De bedoeling is om een drietal technieken van horizontale samenwerking te implementeren in Excel. De resultaten worden gerapporteerd in de masterproef. Als supplement wordt een handleiding ontwikkeld die de gebruiker begeleidt en ondersteunt bij het leerproces aan de hand van een voorbeeldcase.

HOOFDSTUK 2: HORIZONTALE LOGISTIEKE SAMENWERKING

2.1 OORSPRONG EN BEGRIPSOMSCHRIJVING

Volgens Soylu et al. (2006) is supply chain samenwerking een manier voor bedrijven om strategische samenwerkingsverbanden aan te gaan met als doel hun prestaties en concurrentiepositie te verbeteren door middelen te delen. De coördinatie tussen bedrijven in een supply chain maakt het mogelijk de financiële en operationele prestaties van elk lid te verbeteren door de totale kosten en voorraden in de hele supply chain te verlagen (Soylu, et al., 2006). De meeste onderzoekers definiëren samenwerking in de supply chain als een partnerschap waarin minstens twee onafhankelijke partijen samenwerken om de supply chain activiteiten uit te voeren voor de verwezenlijking van gemeenschappelijke doelstellingen en wederzijdse voordelen (Chen, et al., 2017).

In de literatuur worden hoofdzakelijk drie vormen van samenwerkingsverbanden in de logistieke en transportsector aangehaald namelijk horizontale, verticale en laterale samenwerkingsverbanden (Simatupang & Sridharan, 2002). Onderzoek naar horizontale logistieke samenwerking is nog schaars, maar wordt steeds relevanter aangezien steeds meer horizontale samenwerkingsverbanden ontstaan in België en Nederland (Crujssen, et al., 2007b; Vanovermeire, et al., 2013). Daarentegen bestaat er al heel wat onderzoek naar verticale samenwerkingsverbanden (Crujssen, et al., 2007c; Sanchez, et al., 2016; Vanovermeire, et al., 2013).

Verticale samenwerking ontstaat wanneer twee of meer bedrijven die actief zijn op verschillende niveaus van de supply chain samenwerken door middelen, informatie en verantwoordelijkheden met elkaar te delen (Simatupang & Sridharan, 2002). In de meeste gevallen worden verticale samenwerkingsverbanden opgezet tussen klanten en leveranciers. *Vendor managed inventory* (VMI) is een voorbeeld van verticale samenwerking waarbij een leverancier zowel zijn eigen voorraad als die van zijn klant(en) beheert (Stellingwerf, et al., 2019). De leverancier neemt beslissingen met betrekking tot de hoeveelheid en frequentie van de leveringen en is bijgevolg verantwoordelijk voor het binnen de afgesproken grenzen houden van de voorraad van de klant (Stellingwerf, et al., 2019). VMI-samenwerking levert economische en milieuvoordelen op, omdat zowel transport- als voorraadbeslissingen gezamenlijk worden geoptimaliseerd (Stellingwerf, et al., 2019).

Sanchez Rodrigues et al. (2015) stellen dat logistieke dienstverleners, verladers (partij die transport uitbesteedt) en klanten beseffen dat hun activiteiten niet optimaal verlopen als ze zich toewijden aan één specifieke (verticale) supply chain. Veel bedrijven hebben hun eigen supply chains zodanig geoptimaliseerd dat verbeteringen op individueel bedrijfsniveau geen substantiële besparingen meer opleveren (Vanovermeire, et al., 2013). Bedrijven dienen bijgevolg naast verticale samenwerking, ook naar de logistieke activiteiten van gelijkaardige bedrijven te kijken, waardoor horizontale logistieke samenwerkingsverbanden ontstaan (Sanchez Rodrigues, et al., 2015).

Horizontale samenwerking wordt omschreven als een samenwerking tussen twee of meer bedrijven die zich op hetzelfde niveau van de supply chain bevinden en vergelijkbare activiteiten uitvoeren om zo win-win situaties te creëren en prestaties te verbeteren (Crujssen, et al., 2007b; Crujssen, et al., 2007c). In horizontale logistieke samenwerkingsverbanden wordt getracht synergieën te behalen

door orders te bundelen met bedrijven met soortgelijke transportbehoeften (Vanovermeire, et al., 2013; Defryn, et al., 2019). De leveringen worden gesynchroniseerd en vervolgens met een gemeenschappelijk transportmiddel verscheept (Defryn, et al., 2019).

Veel bedrijven gaan verder dan de puur operationele aspecten en nemen samen beslissingen over de supply chain volgens een gemeenschappelijke strategie of delen elkaars activa (Vanovermeire, et al., 2013). Activa in horizontale logistieke samenwerkingsverbanden, zoals een vrachtwagen of een magazijn, kunnen gebruikt worden om verschillende vergelijkbare supply chains te bedienen en hoeven niet uitsluitend gericht te zijn op één supply chain (Sanchez Rodrigues, et al., 2015). Horizontale logistieke samenwerking kan bijgevolg op tactisch niveau plaatsvinden wanneer verladers reageren op inefficiënties in de vulgraad van vrachtwagens en als gevolg daarvan coördineren zij hun distributiestromen om de vulgraad te verhogen (Sanchez Rodrigues, et al., 2015). Horizontale logistieke samenwerking kan ook op strategisch niveau plaatsvinden wanneer verladers een gemeenschappelijk distributieplanningsplatform delen en op die manier hun supply chains en logistieke netwerken optimaliseren (Sanchez Rodrigues, et al., 2015).

De belangrijkste reden voor een onderscheid tussen horizontale en verticale logistieke samenwerking is het verschil in doelstellingen (Abidi, et al., 2019). Het doel van verticale samenwerking is om wederzijdse voordelen te creëren tussen verticale schakels in de supply chain door complementaire diensten aan te bieden. Deze samenwerkingsverbanden worden doorgaans opgezet om verspilling te minimaliseren en om hun prestaties op het gebied van levering en kwaliteit van hun producten en diensten te verbeteren (Abidi, et al., 2019). Partners in horizontale samenwerking streven ernaar om complementaire diensten aan te bieden om onnodige logistieke kosten te vermijden en efficiëntie te vergroten op economisch en ecologisch vlak (Cruijssen, et al., 2007b). Het potentieel voor conflicten tussen de partners en het risico van een overname is minimaal wanneer elke partner onderscheidende kwaliteiten aanbiedt bijvoorbeeld verschillende geografische, product- en functionele posities (Bleeke & Ernst, 1995).

Simatupang en Sridharan (2002) stellen dat het mogelijk is dat organisaties verticale en horizontale samenwerking tegelijkertijd toepassen in wat zij noemen "laterale samenwerking" of "netwerksamenwerking". Het netwerk bevat bedrijven die zowel op hetzelfde niveau als op verschillende niveaus van de transportketen actief zijn (Cruijssen, 2006). Het doel van laterale samenwerking is het synchroniseren van verladers en logistieke dienstverleners van meerdere bedrijven in een effectief logistiek netwerk (Cruijssen, 2006).

2.2 OPERATIONELE STRUCTUUR VAN HORIZONTALE LOGISTIEKE SAMENWERKINGSVERBANDEN

De operationele organisatie van een horizontaal samenwerkingsverband kan op drie manieren (of een combinatie ervan) worden aangepakt. Bij het *delen van orders* worden orders van klanten verzameld over alle partners heen en vervolgens toegewezen aan de partners. Op die manier wordt de capaciteit van de beschikbare voertuigen beter benut en wordt de transportplanning efficiënter door gebruik te maken van minder voertuigen (Defryn, et al., 2019). De klantenorders kunnen op basis van verschillende methodes worden toegewezen aan een partner. De eerste methode is 'gezamenlijke rittenplanning' waarbij alle klantenorders van de deelnemende partners worden

samengevoegd en vervolgens via efficiënt opgestelde routes worden geleverd (Cruijssen, et al., 2007a). De optimalisatie gebeurt door het oplossen van één grootschalig *rittenplanningsprobleem* vanuit het oogpunt van een centrale beslissingsnemer (Defryn, et al., 2019). Door het combineren van de logistieke netwerken van de partners worden schaalvoordelen behaald doordat de distributiekosten verminderen (Cruijssen, et al., 2007a). Een andere veelgebruikte techniek om klantenorders te verdelen is met *veilingtechnieken*, waarbij individuele partners kunnen bieden op de transportaanvragen die de groep ter beschikking stelt (Defryn, et al., 2019). Voor het ruilen van een transportaanvraag wordt een (monetaire) vergoeding gegeven (Defryn, et al., 2019).

Naast het delen van orders kunnen partners ook hun *voertuigcapaciteit delen* (Defryn, et al., 2019). Het bezit van een voertuig brengt een aanzienlijke kapitaalinvestering met zich mee. Een lage bezettingsgraad van een voertuig verlaagt bovendien de efficiëntie van een bedrijf (Verdonck, et al., 2016). Logistieke dienstverleners kunnen horizontaal samenwerken om de capaciteit en bijhorende kosten te delen (Verdonck, et al., 2016). Op deze manier kan de kapitaalinvestering, zoals het aankopen van voertuigen, over meerdere partners van de coalitie verdeeld worden (Defryn, et al., 2019). In tegenstelling tot het delen van klantenorders wordt bij het delen van capaciteit geen (private) klantinformatie uitgewisseld tussen de partners (Verdonck, et al., 2016).

Vervoerders kunnen naast orders of vrachtwagens ook *magazijnen of distributiecentra delen*. Verdonck (2017) stelt dat het delen van distributiecentra in horizontale logistieke samenwerking geclassificeerd kan worden als een coöperatief *facility location* probleem. Verdonck et al. (2016) tonen aan dat partners in dit geval gezamenlijk moeten beslissen over de optimale locatie van distributiecentra en de toewijzing van productstromen aan de distributiecentra. De optimale locatie wordt bepaald op basis van een afweging tussen de kosten voor het openen van een distributiecentrum, de transportkosten tussen de distributiecentra onderling en de transportkosten tussen de distributiecentra en de klanten (Verdonck, et al., 2016). Door de optimale locatie te kiezen dalen niet enkel de totale logistieke kosten, maar ook het totaal aantal gereden kilometers (Verdonck, et al., 2016). Het delen van distributiecentra kan dus een aanzienlijke besparing op de totale distributiekosten opleveren en zal waarschijnlijk een positief milieueffect hebben (Verdonck, et al., 2016).

2.3 MOTIEVEN VOOR HORIZONTALE LOGISTIEKE SAMENWERKING

2.3.1 INTERNE MOTIEVEN

De beweegredenen binnen een bedrijf om samen te werken met andere bedrijven is om samenwerkingsvoordelen te bekomen. Bedrijven vormen horizontale samenwerkingsverbanden om samen een winstgevende relatie op te bouwen en zo winsten te genereren die niet mogelijk zouden zijn indien het bedrijf alleen zou opereren (Verdonck, 2017). Naast het verminderen van transportkosten stellen Cruijssen et al. (2007b) drie categorieën van horizontale samenwerkingsvoordelen voor: "kosten- en productiviteitsbaten, voordelen voor dienstverlening en voordelen voor de marktpositie". Kostenvoordelen ontstaan door volumes van vergelijkbare supply chains te combineren waardoor logistieke besparingen worden gerealiseerd (Cruijssen, et al., 2007b). Zo vermindert het consolideren van zendingen het aantal leveringen, waardoor de los-en

behandelingskosten afnemen (Cruijssen, et al., 2007c). In een horizontaal samenwerkingsverband zijn logistieke dienstverleners in staat om volumes die te klein zijn om efficiënt individueel te transporteren toch kostenefficiënt te vervoeren (Cruijssen, et al., 2007b). Samenwerking op het gebied van niet-kernactiviteiten biedt ook de mogelijkheid tot gezamenlijke aankopen. Door de gezamenlijke aankoop van bijvoorbeeld brandstof en transportmiddelen verlagen de aankoopkosten aanzienlijk (Cruijssen, et al., 2007b; Sanchez Rodrigues, et al., 2015). In de lucht- en zeevaartsector zijn de kosten van transport en transportmiddelen relatief hoog, waardoor grote besparingen gerealiseerd worden wanneer de capaciteit beter benut wordt (Cruijssen, et al., 2007c).

De capaciteit van de vrachtwagens op de Europese wegen is ver van volledig benut (Vanovermeire, et al., 2013). Als gevolg van de strenge eisen van klanten hebben individuele bedrijven weinig vrijheid om hun vrachtwagens te optimaliseren, vooral als ze niet willen dat hun serviceniveau daaronder lijdt (Vanovermeire, et al., 2013). Horizontale samenwerking tussen logistieke dienstverleners maakt een intensiever gebruik van activa zoals vrachtwagens mogelijk (Sanchez Rodrigues, et al., 2015). Door het combineren van omvangrijke, lichte goederen met massieve, zwaardere goederen wordt de ruimte en het gewicht van de oplegger beter benut dan wanneer deze afzonderlijk vervoerd zouden worden (Sanchez Rodrigues, et al., 2015). Door de integratie van de transportactiviteiten van verschillende bedrijven wordt de efficiëntie verhoogd zonder dat dit ten koste gaat van de bestaande serviceniveaus (Vanovermeire, et al., 2013). Via deze integratie is het mogelijk om lege terugritten of zelfs lege kilometers in het algemeen te verminderen of te elimineren (Cruijssen, et al., 2007b; Sanchez Rodrigues, et al., 2015). Het aantal beschikbare middelen van het bedrijf vergoot, waardoor de capaciteit verhoogt en de infrastructuur en activa beter worden benut (Verstrepen, et al., 2009). Hierdoor verhoogt de productiviteit van de kernactiviteiten zoals transport en opslag (Cruijssen, et al., 2007b). Wanneer elk bedrijf voortbouwt op de kwaliteiten van de ander en niet enkel probeert om de gaten in de kernactiviteiten of markten te dichten, zijn de sterke punten van de partners samen gelijk aan meer dan de som van de delen (Bleeke & Ernst, 1995). Organisaties kunnen ook de niet-kernactiviteiten verminderen en de operationele ondersteuning verbeteren door deze onderling te verdelen (Sanchez Rodrigues, et al., 2015). Dit geeft organisaties de kans om van elkaar te leren en op die manier hun eigen operationele processen verbeteren (Cruijssen, et al., 2007b).

De volumes van grote industriële verladings zijn omvangrijk, wat ervoor zorgt dat kleine logistieke dienstverleners individueel geen kans maken (Cruijssen, et al., 2007b). In tegenstelling tot kleine bedrijven hebben grote bedrijven vaak reeds een kostenefficiënt en productief transportnetwerk (Juan, et al., 2014). Kleinere logistieke dienstverleners kunnen zich verenigen in aanbestedingen voor contracten die zij alleen niet in staat zijn te verwerven (Sanchez Rodrigues, et al., 2015). Door samen te werken, krijgen bedrijven toegang tot de vaardigheden en capaciteiten van hun partners (Cruijssen, et al., 2007b). Door horizontale samenwerkingsverbanden vergroot de vloot en krijgen klanten toegang tot een breder productassortiment (Cruijssen, et al., 2007c). Transporteurs ervaren schaalvoordelen door de grotere volumes, maar ook de dienstverlening voor de klant verbetert (Vanovermeire, et al., 2013). De grotere volumes die door het horizontaal samenwerkingsverband worden gegenereerd, maken een frequentere levering mogelijk (Sanchez Rodrigues, et al., 2015). Dit is gunstig voor de verladings, aangezien deze een lager voorraadniveau aan kunnen houden (Sanchez Rodrigues, et al., 2015; Vanovermeire, et al., 2013). Door het netwerk van verschillende

logistieke dienstverleners te bundelen is ook een bredere geografische dekking mogelijk (Cruijssen, et al., 2007b; Verstrepen, et al., 2009). Volgens Verstrepen et al. (2009) zorgt de samenwerking voor een verbetering of diversificatie van de dienstverlening. De kwaliteit van de service van de samenwerkende logistieke dienstverleners kan verhogen doordat inter-organisatorisch geleerd kan worden van de partners en innovatieve dienstverleningsconcepten mogelijk zijn (Verstrepen, et al., 2009). Logistieke dienstverleners kunnen zich specialiseren en tegelijkertijd hun dienstverlening verbreden waardoor hun klantenservice verbetert (Cruijssen, et al., 2007b). Op basis van alle bovenstaande elementen zijn bedrijven in staat hun marktpositie te verbeteren en een sterker merk te vertegenwoordigen (Cruijssen, et al., 2007c; Vanovermeire, et al., 2013).

2.3.2 EXTERNE MOTIEVEN

Naast interne motieven hechten bedrijven tegenwoordig ook belang aan externe kwesties bij het nemen van strategische bedrijfsbeslissingen. Bedrijven trachten milieubewust en maatschappelijk verantwoord te ondernemen, maar ook economisch rendabel te blijven (Chen, et al., 2017). Organisaties moeten wetten en protocollen op het gebied van milieubescherming naleven (Soylu, et al., 2006), echter bereiken bedrijven met moeite de milieudoelstellingen (Hariga, et al., 2017). De integratie van duurzaamheid in het algemeen en de verantwoording van de CO₂-uitstoot in het bijzonder zijn tegenwoordig voor alle organisaties een belangrijke kwestie geworden (Hariga, et al., 2017). Klassieke voorraadmodellen, waar kostenminimalisatie de enige maatstaf is voor de prestaties, zijn daarom niet langer geschikt om dergelijke opkomende problemen aan te pakken (Hariga, et al., 2017). Ook transport is niet altijd efficiënt georganiseerd, wat leidt tot onnodige kosten en CO₂-uitstoot (Stellingwerf, et al., 2019). Door de wereldwijde bewustwording van de klimaatveranderingen door economische activiteit is de vraag gestegen naar supply chains die de milieueffecten verminderen (Hariga, et al., 2017). Samenwerking in de supply chain is een strategische kwestie geworden voor bedrijven die hun economische, sociale en ecologische duurzaamheidsdoelstellingen willen bereiken (Chen, et al., 2017).

Om de concurrentiepositie te behouden, moeten de huidige supply chains worden herzien en milieuvriendelijker worden (Stellingwerf, et al., 2019). Met andere woorden, de impact op het milieu moet verminderen met dezelfde of zelfs lagere kosten (Stellingwerf, et al., 2019). Horizontale samenwerking belooft veel efficiëntie- en duurzaamheidsverbeteringen (Vanovermeire, et al., 2013). Door samen te werken vermindert het aantal ritten en vergroot de efficiëntie van de transporteur, wat een daling in afstandsgebaseerde kosten en CO₂-uitstoot met zich meebrengt (Juan, et al., 2014). De uitstoot verlaagt daarenboven door activa intensiever te gebruiken (Sanchez Rodrigues, et al., 2015). Samenwerking tussen partners in de transportsector heeft bovendien het vermogen om de ecologische voetafdruk van de deelnemende bedrijven te reduceren (Vanovermeire, et al., 2013).

Verstrepen et al. (2009) stellen nog drie andere categorieën voor van externe motieven op basis van veranderingen in het klantenbestand, de economische omgeving en de industrie in het algemeen. Zoals in de probleemstelling is aangehaald, liggen de eisen van de klanten hoog. De groei van e-commerce heeft ervoor gezorgd dat klanten hoge verwachtingen hebben van transporteurs. Retailers trachten hun eigen voorraden laag te houden, waardoor ze frequent bestellen in kleine hoeveelheden.

Horizontale logistieke samenwerkingsverbanden kunnen de oplossing hiervoor zijn, aangezien de grotere volumes die worden gegenereerd een frequentere levering mogelijk maken (Sanchez Rodrigues, et al., 2015). Door de grotere volumes genieten transporteurs van schaalvoordelen, terwijl de dienstverlening voor de klant verbetert (Vanovermeire, et al., 2013). De klanten krijgen toegang tot een ruimer productassortiment doordat de grootte van de vloot is toegenomen (Crujssen, et al., 2007c).

De economische omgeving van de transportsector is hardnekkig. De transportsector is een competitieve markt met lage winstmarges die steeds wordt blootgesteld aan economische ontwikkelingen. Een verandering in de wetgeving zoals de invoer van de kilometerheffing kan de winstmarge naar beneden brengen. Doordat retailers frequent lage hoeveelheden bestellen, is er een lage vulgraad van de vrachtwagens. Door de constant stijgende brandstofprijzen zijn kleine en middelgrote bedrijven niet meer in staat om goedkoop te leveren (Juan, et al., 2014). Horizontale samenwerking kan een oplossing bieden voor deze problemen doordat verschillende kosten over de partners gedeeld kunnen worden. Ook kunnen logistieke dienstverleners in een horizontaal samenwerkingsverband kostenefficiënter transporteren (Crujssen, et al., 2007b).

De afstanden in supply chains zijn vergroot en minder voorspelbaar geworden door globalisering (Crujssen, 2006). Steeds meer bedrijven vertrekken naar goedkopere landen om hun productieactiviteiten uit te voeren, waardoor de vraag naar transport stijgt. Ladingsuitwisselingen, centrale planning en gedeelde distributiecentra verhogen de efficiëntie van het wegvervoer en zijn een potentiële remedie voor de toegenomen vervoersvraag (Verstrepen, et al., 2009). Door een horizontaal samenwerkingsverband is het mogelijk om ladingen en activa van de geografisch verspreide partners uit te wisselen om zo een hogere capaciteitsbenutting te bereiken (Verstrepen, et al., 2009). Door middelen te delen kunnen bedrijven hun prestaties en bijgevolg hun concurrentiepositie verbeteren (Soylu, et al., 2006).

2.4 UITDAGINGEN VOOR HORIZONTALE LOGISTIEKE SAMENWERKING

Samenwerking tussen logistieke dienstverleners is een belangrijk onderzoeksgebied, gezien de hevige concurrentie op de wereldmarkten, de stijgende kosten en de hogere verwachtingen van klanten hebben geleid tot een daling van de winstmarges (Abidi, et al., 2019). Een horizontale logistieke samenwerking is echter ook een uitdagende en complexe onderneming. De drijfveer voor het aangaan van samenwerkingsverbanden is de verwachting van elke deelnemer dat de resultaten van de alliantie een positieve nettowaarde hebben (Crujssen, et al., 2007b). Om individuele bedrijven ervan te overtuigen de hindernissen te overwinnen die gepaard gaan met het aangaan van strategische samenwerkingsverbanden, moet de samenwerking voldoende winst genereren om de toename in complexiteit en risico's te compenseren (Vanovermeire, et al., 2013). Bovendien moet een samenwerkingscultuur voor de middellange tot lange termijn opgezet worden die gedragen wordt door alle deelnemende bedrijven (Sanchez Rodrigues, et al., 2015).

Horizontale samenwerking is vaak een onzekere onderneming waarbij het moeilijk is om de benodigde activiteiten te plannen of de gerealiseerde output te meten (Crujssen, et al., 2007c). Bijgevolg is het moeilijk om vertrouwensrelaties op te bouwen. De investering die nodig is om potentiële handelspartners te vinden en om hun geschiktheid en betrouwbaarheid te evalueren, is

een grote hindernis voor kleine en middelgrote logistieke dienstverleners (Cruijssen, et al., 2007b; Cruijssen, et al., 2007c). De keuze van een geschikte partner is echter van vitaal belang voor het succes of falen van de samenwerking (Cruijssen, et al., 2007b). Het analyseren van de strategische en organisatorische capaciteiten van een potentiële partner vereist gegevens over zijn fysieke activa en zijn organisatorische capaciteiten (Cruijssen, et al., 2007b), aangezien in de samenwerkingscultuur informatie en middelen uitgewisseld moeten worden (Sanchez Rodrigues, et al., 2015). Het belang van het partnerselectieproces wordt gedreven door het feit dat de hele supply chain kwetsbaar is voor het opportunistische gedrag van individuele spelers (Simatupang & Sridharan, 2002). Bedrijven willen zelf zoveel mogelijk winst behalen uit eigenbelang. In vergelijking met verticale samenwerkingsverbanden is de kans op opportunisme en conflicten in horizontale samenwerkingsverbanden groter, aangezien de partnerbedrijven om dezelfde klanten concurreren (Sanchez Rodrigues, et al., 2015).

Wanneer de voordelen niet op een eerlijke manier verdeeld kunnen worden, profiteren de grotere spelers altijd het meest (Cruijssen, et al., 2007b). Na verloop van tijd kunnen kleinere bedrijven in de samenwerking klanten verliezen of volledig uit de markt worden gedrukt (Cruijssen, et al., 2007b). Partners vinden het moeilijk om een eerlijke verdeling van de werklast te garanderen (Cruijssen, et al., 2007b). Een eerlijke verdeling van de voordelen over alle partners is essentieel voor een succesvolle samenwerking (Cruijssen, et al., 2007b). De winstverdeling hoeft niet gelijk te zijn voor de deelnemende partijen. Samenwerkingsverbanden zorgen voor synergievoordelen, maar deze moeten meetbaar gemaakt worden. Denk aan een reductie van de logistieke kosten of de logistieke prestaties die verbeteren (Verduijn & Iding, 2019). Om de baten of kosten te verdelen moeten de partners een verdelingsmechanisme selecteren die bij de gedachtegang van de samenwerking aansluit.

Naast het kiezen van een verdelingsmechanisme voor de kosten of baten, is het kiezen van een operationele en functionele strategie noodzakelijk (Verstrepen, et al., 2009). Om een goede samenwerkingsrelatie op te bouwen is het van vitaal belang om een duidelijke visie en strategie te ontwikkelen en te implementeren (Verstrepen, et al., 2009). Deze strategie moet een algemene beschrijving van de horizon van de samenwerking, de doelstellingen en het bereik van de partners bevatten (Verstrepen, et al., 2009). De kans is reëel dat de partners van de samenwerking verschillende bedrijfsstrategieën en operationele doelstellingen hebben (Verdonck, 2017). De partners moeten een aanzienlijke hoeveelheid onderhandelen om een centraal operationeel plan te ontwikkelen waarin zowel individuele voorkeuren als samenwerkingsoverwegingen worden geïntegreerd (Verdonck, 2017). Om het succes van een horizontaal partnerschap te kunnen meten en waar nodig te corrigeren, moeten de betrokken partijen het eens worden over een reeks passende Key Performance Indicators (KPI) (Verstrepen, et al., 2009).

Iedere partner in een samenwerking heeft een bepaalde onderhandelingsmacht en deze macht heeft een effect op de continuïteit van de samenwerking (Verdonck, 2017). De evolutie van de relatieve onderhandelingspositie van de partners kan aantonen of een samenwerking tot een overname kan leiden (Bleeke & Ernst, 1995). Volgens Bleeke en Ernst (1995) hangt de relatieve onderhandelingskracht af van drie factoren namelijk de aanvankelijke sterke en zwakke punten van de partners, de verandering van deze punten na verloop van tijd en het potentieel voor

concurrentieconflicten. Opportunisme en conflicten in horizontale samenwerkingsverbanden doen zich voor in horizontale samenwerkingsverbanden, omdat de partners in de samenwerking om dezelfde klanten concurreren (Sanchez Rodrigues, et al., 2015). Wanneer de machtsbalans vanaf het begin gekanteld is, neemt de sterkere partner meestal de zwakkere partner over (Bleeke & Ernst, 1995). Als de onderhandelingsmacht vanaf het begin in evenwicht is, kan een onverwachtse overname nog steeds plaatsvinden wanneer de sterke punten na een paar jaar veranderd zijn (Bleeke & Ernst, 1995). Volgens Bleeke en Ernst (1995) is een conflict onvermijdelijk wanneer directe concurrenten een samenwerkingsverband proberen op te zetten die dezelfde producten aanbieden of waarvan de geografische positie elkaar overlapt. Om deze conflicten op te lossen en toch van de schaalvoordelen te genieten, gaan de partners meestal voor een volledige integratie door een fusie of overname (Bleeke & Ernst, 1995). Cruijssen et al. (2007c) halen aan dat het onderhandelingsproces altijd een win-win situatie moet teweegbrengen. Een positieve houding tijdens de onderhandelingen heeft een voordelige impact op het succes van de samenwerking op lange termijn (Cruijssen, et al., 2007c).

Het opzetten van een horizontale logistieke samenwerking kan extra coördinatiekosten met zich meebrengen zoals vereiste ICT-investeringen of communicatie tussen partners (Verdonck, 2017). Echter is het merendeel van de logistieke dienstverleners een kleine of middelgrote onderneming (kmo) en deze kmo's lopen vaak achter bij de implementatie van informatie- en communicatiesystemen (Verstrepen, et al., 2009). Dit kan een belemmering vormen voor een samenwerkingsverband die een intensieve uitwisseling van gegevens vereisen (Cruijssen, et al., 2007c). Dit probleem doet zich vooral voor bij bedrijven die samenwerken met een gemiddelde intensiteit (Verstrepen, et al., 2009). Bij lichte vormen van horizontale samenwerking zijn deze investeringen niet nodig en verbanden met hoge intensiteit kunnen deze investeringen terugbetalen met de inkomsten die ze genereren door de samenwerking (Cruijssen, et al., 2007b).

Ten slotte moeten bedrijven die zich bezighouden met een horizontaal samenwerkingsproject de wetgeving inzake marktconcurrentie toepassen (Verdonck, 2017). Wettelijk bindende regels voorkomen dat bedrijven te nauw met elkaar samenwerken, omdat dit de concurrentie op de betrokken markt kan beperken (Verdonck, 2017). De communautaire mededingingsregels verbieden met name overeenkomsten tussen ondernemingen die de concurrentie beperken (Cruijssen, 2006). Dit verbod is niet alleen voor de meest expliciete en duidelijk overeenkomsten zoals prijsafspraken, het verdelen van klanten en markten of de productiebeperkingen, maar ook voor eventuele overeenkomsten of afspraken tussen ondernemingen die soortgelijke effecten kunnen uitlokken (Cruijssen, 2006). De mededinging of concurrentie kan worden beperkt wanneer bij de horizontale samenwerking spelers betrokken zijn die samen een marktaandeel van meer dan 10% vormen (Cruijssen, 2006). Op deze manier wordt de mogelijkheid om samenwerkingsvoordelen te behalen door samen te werken met een aanzienlijk aantal partnerbedrijven binnen één samenwerking beperkt (Cruijssen, 2006). Volgens Cruijssen (2006) is de transportsector te gefragmenteerd en zal daardoor de samenwerking tussen logistieke dienstverleners over het algemeen het kritische marktaandeel van 10% niet bereiken.

HOOFDSTUK 3: KOSTENALLOCATIE

3.1 INTRODUCTIE

Uit het vorige hoofdstuk is gebleken dat het aangaan van horizontale logistieke samenwerkingsverbanden een aanzienlijke inspanning van de potentiële partners vergt (Vanovermeire, et al., 2013). Hoewel de voordelen van samenwerking aantrekkelijk zijn, blijft de verdeling van de gezamenlijke winsten en kosten onder alle deelnemers een belangrijke uitdaging (Liu, et al., 2010). De toewijzing van de gezamenlijke kosten komt overeen met het delen van de winsten, aangezien de som van de winsten van alle coalitiepartners gelijk is aan het verschil tussen de som van alle stand-alone kosten en de totale kosten van de samenwerking (Verdonck, 2017). De stand-alone kosten worden gedefinieerd als de totale logistieke kosten voor een specifieke partner wanneer er niet wordt samengewerkt met andere bedrijven (Verdonck, 2017). Problemen bij de kostenverdeling doen zich vaak voor wanneer bedrijven besluiten om samen te werken (Tijs & Driessen, 1986). Zo kan een manager de berekeningen die nodig zijn om een samenwerking te doen slagen, eerder zien als bijkomende kosten door het tewerkstellen van additionele werknemers (Young, 1985). Bijgevolg is het essentieel om mechanismen te ontwerpen die eerlijk, redelijk en eenvoudig te implementeren zijn (Liu, et al., 2010). Begrijpelijkheid of berekenbaarheid spelen in de praktijk een belangrijke rol bij het kiezen van een verdelingsmechanisme (Tijs & Driessen, 1986).

Een goede verdeeltechniek moet bedrijven naar de samenwerking lokken, gemakkelijkere contractuele overeenkomsten mogelijk maken en bijdragen tot het behoud van de samenwerking (Özener & Ergun, 2008). De beschikbaarheid van een transparant en eerlijk winst- of kostenverdelingsmechanisme is bijgevolg van cruciaal belang om een horizontaal logistiek samenwerkingsverband in de praktijk te waarborgen (Vanovermeire, et al., 2013). Een optimale methode die op elke samenwerking toepasbaar is, bestaat echter niet. De kern van het probleem ligt echter niet in het definiëren van methoden, maar in het formuleren van de principes en normen die de verdeling bepalen en vervolgens in het zoeken naar methoden die daaraan voldoen (Young, 1985).

De keuze van een methode hangt af van de concrete samenwerkingssituatie waarin bedrijven zich bevinden (Krajewska, et al., 2008). De kenmerken, die in het winstverdelingsmechanisme worden opgenomen, kunnen ethische, economische of politieke aspecten zijn (Tijs & Driessen, 1986). De kenmerken hangen af van de verdeling van de macht tussen de partners, hun onderlinge afhankelijkheid en hun bereidheid om compromissen te sluiten (Krajewska, et al., 2008). De keuze van een methode hangt ook af van de ideeën van de deelnemers met betrekking tot de eerlijkheid van de kostenverdeling en de moeilijkheid om een voorstel tot kostenverdeling te begrijpen en te berekenen (Krajewska, et al., 2008).

Cruijssen et al. (2007a) waarschuwen dat het wantrouwen over de eerlijkheid van het gekozen verdelingsmechanisme al veel samenwerkingen heeft doen mislukken. Ook Krajewska et al. (2008) zijn van mening dat een oplossing die oneerlijk is, of als oneerlijk wordt ervaren, een groot potentieel heeft om door sommige partners te worden afgewezen. Aangezien elke partner zich door zijn eigenbelang laat leiden en zijn bijdrage aan de samenwerking verschillend is, zou de voorgestelde toewijzingsmethode zowel een collectief als individueel wenselijke oplossing moeten zijn (Liu, et al.,

2010). In de literatuur wordt dit concept 'individuele rationaliteit' genoemd. Dit wil zeggen dat geen enkele partner meer zou moeten betalen in de samenwerking dan zijn individuele of stand-alone kosten. Met andere woorden, een passende winstdelingsregeling zou elke partner een financieel voordeel moeten garanderen (Krajewska, et al., 2008).

De eigenschap 'eerlijkheid' wordt typisch geëist door alle partijen die betrokken zijn bij een kostenallocatieprobleem (Krajewska, et al., 2008). Volgens Young (1985) wil eerlijkheid zeggen dat alle partners gelijk behandeld worden conform aan de vooropgestelde regels en dat de partners niet gedwongen worden om iets te doen. Om een eerlijke toewijzing te bereiken worden twee benaderingen onderscheiden. Volgens de eerste benadering wordt op basis van alle objectieve gegevens een formule bedacht voor de toewijzing (Young, 1985). De tweede benadering is het ontwerpen van een procedure zoals een veiling of een concurrerende markt die eerlijk en onpartijdig is en door zijn werking een toewijzing oplevert (Young, 1985). Welke methode het meest geschikt is, hangt af van de context, de berekeningsmiddelen en de hoeveelheid beschikbare informatie over kosten en baten (Young, 1985). Aangezien deze masterproef zich aan de eerste benadering wijdt, worden in de volgende paragrafen de verschillende manieren van kostenallocatie volgens de eerste benadering besproken.

3.2 PROPORTIONELE KOSTENALLOCATIETECHNIKEN

In de praktijk is de proportionele kostenallocatiemethode het meest gebruikte mechanisme voor de verdeling van de winst of de kosten van een samenwerking (Liu, et al., 2010). De winst/kostenbesparingen van het samenwerkingsverband worden gelijk verdeeld over de samenwerkende partners, gewogen met de individuele kosten van elke partner of het volume dat zij als gevolg van hun betrokkenheid bij de samenwerking moeten vervoeren (Liu, et al., 2010; Verdonck, et al., 2016). Uit bevraging van bedrijven is gebleken dat dit hun voorkeursmodel is (Frisk, et al., 2010). In de praktijk houden bedrijven zich meestal aan de eenvoudigere allocatiemethoden die gemakkelijk geïnterpreteerd en berekend kunnen worden en een zekere transparantie bieden (Frisk, et al., 2010; Liu, et al., 2010). Het nadeel is dat deze methode op lange termijn mogelijk niet leidt tot een stabiele samenwerking. Het gedeelte van de winst y_i wordt aan de partner toegewezen aan de hand van onderstaande formule (Liu, et al., 2010):

$$y_i = r_i * v(N), \quad \forall i \in N$$

$$\text{Waar } r_i = \frac{c(\{i\})}{\sum_{i \in N} c(\{i\})}$$

Bij proportionele methoden wordt iedere speler i een deel r_i van de totale opbrengst van de coalitie $v(N)$ toegewezen. Het deel r_i is de verhouding van de gekozen toewijzingsregel van de partner $c(\{i\})$ ten opzichte van de som van alle partners in de coalitie $\sum_{i \in N} c(\{i\})$ volgens de toewijzingsregel. Dit heeft als gevolg dat de som van alle r_i gelijk is aan 1 of 100%. De toewijzingsregel r_i kan worden gedefinieerd volgens verschillende criteria. Een eenvoudige toewijzing is om de totale kosten van de grote coalitie $v(N)$ onder de deelnemers te verdelen volgens volume of volgens naar kosten gewogen toewijzingsregels (Frisk, et al., 2010). In de praktijk kunnen bij samenwerking tussen logistieke

dienstverleners verschillende toewijzingsregels toegepast worden (Cruijssen, 2006). Volgens Cruijssen (2006) gaat het om eenvoudige vuistregels die de besparingen evenredig verdelen:

- in verhouding tot de totale verzonden lading,
- in verhouding tot het aantal klanten dat wordt bediend,
- in verhouding tot de logistieke kosten vóór de samenwerking,
- in verhouding tot de afgelegde afstand voor elke verzender van een bestelling,
- in verhouding tot het aantal bestellingen, enzoverder.

Omdat deze regels eenvoudig en transparant zijn en omdat elk van deze regels het belang van een individuele partner voor de groep aantoont, zijn ze in eerste instantie het interessantst voor de partners (Cruijssen, 2006). Bij het gebruik van één enkele verdelingsparameter worden de andere echter buiten beschouwing gelaten. Op de lange termijn raken sommige deelnemers gefrustreerd omdat hun werkelijke aandeel in het succes van de groep ondergewaardeerd wordt (Cruijssen, 2006). Deze methode voor kostentoe wijzing is mogelijk niet stabiel vanuit een coöperatief speltheoretisch standpunt, aangezien het mogelijk is dat een deelnemer meer moet betalen dan wanneer hij alleen werkt (Liu, et al., 2010). Een instabiele proportionele kostentoe wijzing kan leiden tot het maken van subgroepen die zich afscheiden van de coalitie en zelfstandig gaan samenwerken (Özener & Ergun, 2008). Om een eerlijke winst delingsregeling te waarborgen, moeten de marginale bijdragen van elke logistieke dienstverlener aan de totale winst nauwkeurig worden gekwantificeerd (Cruijssen, 2006). Deze kunnen dan worden toegewezen door middel van o.a. concepten uit de coöperatieve speltheorie. Dit concept wordt in de volgende sectie toegelicht.

3.3 KOSTENALLOCATIETECHNIEKEN OP BASIS VAN COÖPERATIEVE SPELTHEORIE

Krajewska et al. (2008) stellen dat samenwerking een aanzienlijke kostenbesparing kan opleveren en dat een efficiënte winstverdeling mogelijk is door het gebruik van coöperatieve speltheorie (Krajewska, et al., 2008). Coöperatieve speltheorie modelleert het onderhandelingsproces binnen een groep van samenwerkende spelers en verdeelt de gegenereerde besparingen (Cruijssen, et al., 2007a). Speltheoretische methoden zijn in staat om objectief rekening te houden met de impact van elke speler binnen de groep en leiden tot toewijzingen die de synergiewaarde verdelen op basis van duidelijke eerlijkheidseigenschappen (Cruijssen, et al., 2007a). In het algemeen kan dit niveau van eerlijkheid niet worden bereikt door eenvoudige proportionele regels (Cruijssen, et al., 2007a). De volgende paragrafen verduidelijken enkele kostenallocatiemethoden gebaseerd op speltheorie.

3.3.1 CORE

In de 'core' of kern van het spel bevinden zich de toewijzingen aan de partners waarbij geen enkele coalitie tussen de partners een hogere waarde genereert dan de som van de uitbetalingen van haar leden (Dai & Chen, 2012). De kern is de verzameling van niet gedomineerde toewijzingen (Krajewska, et al., 2008). Een oplossing domineert een andere oplossing indien het voor elke doelstelling minstens zo goed doet en het voor ten minste één doelstelling beter doet. Dit geeft de

kern een stabiliteitseigenschap, aangezien geen enkele speler of coalitie van spelers het beter zou doen dan wanneer het individu of de coalitie alleen zou handelen (Frisk, et al., 2010).

Als er sprake is van een toewijzing in de kern, voelt geen enkele speler de noodzaak om de coalitie te verlaten en een grotere uitbetaling te ontvangen (Dai & Chen, 2012). De spelers zijn ook nooit beter af indien ze een subgroep zouden vormen door andere partners uit te sluiten. Stel dat spelers A, B, C en D samenwerken in het verband. Dan mag het niet mogelijk zijn dat de spelers B en C samenwerken en bijgevolg de spelers A en D uitsluiten om zo voordeliger uit te komen. Stabiliteit is het sleutelbegrip dat een samenwerking bij elkaar houdt (Özener & Ergun, 2008).

Een nadeel is echter dat de kern leeg kan zijn of een groot aantal toewijzingen kan bevatten (Krajewska, et al., 2008). Wanneer bij een samenwerkingsspel de kern leeg is, wil dat zeggen dat een evenwichtige en stabiele kostentoewijzing niet haalbaar is op lange termijn (Özener & Ergun, 2008). Hoewel stabiliteit een belangrijk aspect is bij het tot stand brengen van een duurzame samenwerking, is het niet helemaal zinloos om na te denken over methoden voor kostenallocatie met versoepelde stabiliteitsbeperkingen (Özener & Ergun, 2008).

3.3.2 SHAPLEY-WAARDE

Een bekende kostentoewijzingsmethode op basis van de coöperatieve speltheorie is de Shapley-waarde. Deze waarde verdeelt de besparingen die het horizontaal logistiek samenwerkingsverband genereert, waardoor een eerlijke verdeling ontstaat waarbij rekening wordt gehouden met de individuele bijdrage van elke speler (Sanchez, et al., 2016). De Shapley-waarde wordt geïnterpreteerd als de gemiddelde marginale bijdrage die een speler levert aan het samenwerkingsverband ervan uitgaande dat het samenwerkingsverband bedrijf per bedrijf wordt gevormd (Liu, et al., 2010; Young, 1985).

Stel dat iedere speler in het probleem zich bindt tot de samenwerking in een willekeurige volgorde, dan moet elke speler de incrementele kosten betalen om te worden opgenomen op het moment van binden (Young, 1985). In plaats van op één punt te evalueren, hangen de kosten af van de specifieke volgorde waarin de spelers meedoen (Young, 1985). De marginale bijdrage wordt geëvalueerd over alle combinaties van de volgorde waarin de spelers opgenomen worden, waarbij elke volgorde van de spelers even waarschijnlijk wordt geacht (Young, 1985). In plaats van op deze manier te werk te gaan, kunnen de spelers hun vooruitzichten evalueren door hun verwachte uitbetalingen op basis van een formule te berekenen (Young, 1985). De Shapley-waarde Sh_i wordt bepaald voor partner i door de onderstaande vergelijking indien de volgende assumpties in rekening genomen worden. Volgens Sanchez, et al. (2016) is N de totale set van spelers en S de set van alle mogelijke combinaties van spelers. De bijdrage van de coalitie S zonder speler i wordt gedefinieerd als $v(S)$ en die inclusief speler i wordt aangeduid als $v(S \cup \{i\})$ is. De coalitiebijdrage van elke speler kan berekend worden en als de Shapley-waarde tot de kern behoort dan is de coalitie stabiel (Sanchez, et al., 2016).

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

De formule drukt de toe te wijzen kosten aan de speler uit en is gebaseerd op de assumptie dat de coalitie gevormd wordt door de spelers één voor één toe te laten treden tot deze coalitie (Frisk, et al., 2010). Naarmate elke speler toetreedt tot de coalitie, krijgt hij de marginale kosten toegewezen en dit betekent dat zijn toetreding de totale kosten van de coalitie verhoogt (Frisk, et al., 2010). Het bedrag dat een speler door deze regeling ontvangt, is afhankelijk van de volgorde waarin de spelers zich tot de coalitie voegen (Frisk, et al., 2010). De Shapley-waarde is echter gebaseerd op de gemiddelde marginale kosten van de spelers, indien de spelers in een volledig willekeurige volgorde worden ingevoerd (Frisk, et al., 2010). De Shapley-waarde kent bijgevolg aan elke speler de gewogen som van zijn bijdragen toe (Krajewska, et al., 2008).

De Shapley-waarde is een unieke allocatiemethode die aan verschillende eerlijkheidsprincipes voldoet zoals efficiëntie, dummy, additiviteit en symmetrie (Cruijssen, 2006; Frisk, et al., 2010; Liu, et al., 2010). Ten eerste zorgt de efficiëntie-eigenschap van de Shapley-waarde ervoor dat de totale kosten die aan de leden van de samenwerking worden toegewezen gelijk zijn aan de totale kosten die de samenwerking met zich meebrengt (Cruijssen, 2006; Özener & Ergun, 2008). De dummy-eigenschap stelt dat indien een speler geen bijdrage levert aan de coalitie, de hem toegewezen kosten/opbrengsten nul moeten zijn (Frisk, et al., 2010). Spelers die enkel hun individuele waarde bijdragen aan de coalitie ontvangen precies hun individuele waarde bij de verdeling van de totale waarde (Cruijssen, 2006). Additiviteit wil zeggen dat de kostentoewijzing van een combinatie van meerdere afzonderlijke coalities gelijk is aan de som van de afzonderlijke allocatiewaarden van deze coalities (Verdonck, 2017). Het maken van subgroepen mag bijgevolg geen additionele winst opleveren (Vanovermeire, et al., 2013). Om additiviteit uit te leggen zijn drie verschillende kostenfuncties c_1 , c_2 en $c_1 + c_2$ gegeven. Stel dat c_1 en c_2 de toegerekende kosten van partners in een coalitie zijn en dat $c_1 + c_2$ de som is van de toegerekende kosten in de coalitie. Voor elke speler moet de toegerekende kosten op basis van $c_1 + c_2$ gelijk zijn aan de som van de toegerekende kosten op basis van c_1 en c_2 , respectievelijk (Frisk, et al., 2010). Tot slot betekent symmetrie dat als twee willekeurige spelers, i en j , dezelfde marginale kosten hebben ten opzichte van de coalitie die geen i en j bevat, de toegewezen kosten voor deze twee spelers gelijk moeten zijn (Frisk, et al., 2010).

De Shapley-waarde wordt toegepast om een eerlijke verdeling van de samenwerkingskosten te bepalen (Liu, et al., 2010). De Shapley-waarde is een oplossingsconcept dat een unieke oplossing biedt voor het kostenallocatieprobleem (Frisk, et al., 2010). Doordat de Shapley-waarde berekend wordt door een formule in te vullen, is het een concept dat eenvoudig te begrijpen is (Krajewska, et al., 2008). Desalniettemin wordt de Shapley-waarde niet in de praktijk toegepast vanwege de wiskundige complexiteit van de berekening (Verdonck, 2017). Het belang van eenvoudige implementatie en interpretatie zorgt ervoor dat in de praktijk eerder andere verdelingsmechanismen gekozen worden (Verdonck, 2017).

De Shapley-waarde leidt tot slechts één enkele toewijzing wat psychologisch gezien geruststellend is voor de spelers in die zin dat geen enkele hypothetisch betere deal over het hoofd gezien kan worden (Krajewska, et al., 2008). De Shapley-waarde laat bijgevolg geen ruimte voor de spelers om spijt te hebben van de aangenomen allocatie en sluit een eindeloos onderhandelingsproces uit (Krajewska, et al., 2008). Een potentieel probleem met de Shapley-waarde is dat deze oplossing

mogelijk niet in de kern van het coöperatieve spel ligt (Krajewska, et al., 2008). Hoewel de Shapley-waarde in sommige gevallen kostenallocaties in de kern berekent, zijn er veel gevallen waarin allocaties op basis van Shapley-waarde niet stabiel zijn (Liu, et al., 2010). De Shapley-waarde is bijgevolg niet altijd bevredigend wanneer kernoplossingen nodig zijn (Young, 1985).

3.3.3 NUCLEOLUS

De nucleolus, geïntroduceerd door Schmeidler (1969), geeft een maatstaf aan hoeveel meer of minder een coalitie in een samenwerkingsverband krijgt dan wanneer zij alleen zou handelen (Young, 1985). Het beperkt de ontevredenheid van de meest ontevreden coalitie tot een minimum (Young, 1985). De nucleolus is een éénpuntoplossing die altijd bestaat en uniek is (Liu, et al., 2010; Young, 1985). De nucleolus probeert voor elke speler het 'overschot' of de winst te minimaliseren die een partner kan behalen door de grote coalitie te verlaten en een subcoalitie te vormen (Vanovermeire, et al., 2013). Bij het berekenen van de nucleolus van een spel wordt de kostentoe wijzing met de meeste ongelijkheid op vlak van winstverdeling tot een minimum beperkt, zodat aan de individuele rationaliteit wordt voldaan (Frisk, et al., 2010). Dit wil zeggen dat de partners niet meer moeten betalen in de coalitie dan hun stand-alone kosten, waardoor de financiële situatie van de partners minstens hetzelfde blijft en niet verslechtert t.o.v. de situatie waarin ze geen partnerschap aangaan.

Het idee van de nucleolus is om een oplossing in de kern te vinden die "centraal" staat in de zin van zo ver mogelijk van de grenzen van de kern verwijderd te zijn (Young, 1985). De nucleolus definieert het verschil tussen de totale toegewezen winst aan een speler en de stand-alone kosten van die speler (Liu, et al., 2010). De nucleolus is de kostenallocatie die het maximale overschot over alle spelers van de samenwerking tot een minimum beperkt (Liu, et al., 2010). Elke toewijzing in de kern heeft een overschot van minder dan of gelijk aan nul (Young, 1985). Als de kern niet leeg is, bevindt de nucleolus zich in de kern en vertegenwoordigt daardoor een stabiele kostenverdeling (Frisk, et al., 2010). Indien de kern een unieke toewijzing bevat, is deze toewijzing de nucleolus van het spel (Özener & Ergun, 2008). Volgens Liu, et al. (2010) moet het volgende lineaire probleem opgelost worden om de nucleolus te bepalen:

Minimize ε

s.t.

$$\sum_{i \in S} y_i - v(S) \leq \varepsilon \quad \forall S (S \subset N, S \neq \emptyset)$$

$$\sum_{i \in N} y_i = v(N)$$

$$y_i \geq v(\{i\}) \quad \forall i \in N$$

Elke coalitie S bepaalt hoe ontevreden ze is over de voorgestelde allocatie y en de bedoeling is om de maximale ontevredenheid van elke coalitie tot een minimum te beperken (Frisk, et al., 2010). De ontevredenheid van een kostentoewijzing y voor een coalitie S wordt uitgedrukt door het overschot. Dit overschot meet de hoeveelheid waarmee coalitie S tekortschiet ten opzichte van haar potentiële $c(S)$ in de toewijzing y (Frisk, et al., 2010). De nucleolus is dan de kostentoewijzing, y , die het kleinste overschot heeft (Frisk, et al., 2010).

De nucleolus verdeelt de kostenbesparingen gelijkmatig over spelers, maar houdt geen rekening met het verschil in bijdrage tussen de verschillende spelers aan de coalitie en kan daardoor afgewezen worden (Liu, et al., 2010). De Shapley-waarde heeft een voordeel ten opzichte van de nucleolus op vlak van eenvoud van berekenen (Krajewska, et al., 2008). Bij de Shapley-waarde moet een formule ingevuld worden, terwijl het oplossen van de nucleolus gepaard gaat met de oplossing van een reeks lineaire programma's (Krajewska, et al., 2008; Vanovermeire, et al., 2013). Het bepalen van de winst voor alle subgroepen in een coalitie neemt exponentieel veel tijd in beslag, vandaar dat een eventuele kostentoewijzing volgens de nucleolus methode niet efficiënt toe te passen is in de praktijk (Özener & Ergun, 2008).

3.4 KOSTENALLOCATIETECHNIEKEN OP BASIS VAN BIJKOMENDE SPECIFIEKE EIGENSCHAPPEN

Toewijzingsmethoden op basis van proportionele verdeling, maar ook op basis van speltheorie zoals de Shapley-waarde kunnen in de praktijk enkele ongewenste eigenschappen hebben voor de samenwerking. De partners stellen de eerlijkheid in vraag, maar ook wiskundige complexiteit en toepasbaarheid in de praktijk zorgen voor vragen (Tijs & Driessen, 1986). Het ontwerpen van een kostenallocatiemethode die alle gewenste eigenschappen heeft, bestaat momenteel niet (Özener & Ergun, 2008). Daarom moeten binnen de samenwerking prioriteiten gesteld worden op vlak van gewenste eigenschappen om op basis hiervan allocatiemethoden te kiezen of te ontwerpen die bij de samenwerking passen (Özener & Ergun, 2008). De keuze van een methode hangt af van de doelen van de partners en van de concrete situatie waarin een kostentoewijzingsprobleem zich voordoet (Tijs & Driessen, 1986).

Verscheidene auteurs hebben verscheidene, intuïtief duidelijkere toewijzingsmechanismen ontworpen die rekening houden met bepaalde specifieke kenmerken van een samenwerking (Verdonck, 2017). Naast wiskundige, speltheoretische eigenschappen worden ook praktische overwegingen in acht genomen zoals begrijpelijkheid of wiskundige complexiteit (Tijs & Driessen, 1986). De volgende paragraaf bespreekt de allocatietechnieken die Tijs en Driessen (1986) in deze context ontworpen hebben.

Tijs en Driessen (1986) tonen aan dat de totale kosten in een samenwerking S onderverdeeld kunnen worden in deelbare en niet-deelbare kosten. De deelbare kosten stellen de marginale kosten voor en de niet-deelbare kosten zijn de resterende kosten. De marginale of deelbare kosten m_i kunnen toegewezen worden aan een specifieke partner i en worden verklaard door de volgende vergelijking: $m_i = c(N) - c(N \setminus \{i\})$. In deze vergelijking weerspiegelt m_i de stijging van de totale samenwerkingskosten $c(N)$ wanneer een deelnemer i zich bij de samenwerking $N \setminus \{i\}$ aansluit. Voor veel kostenfuncties zal de som van de deelbare kosten lager zijn dan de gezamenlijke kosten van de

grote coalitie, d.w.z. $\sum_{i \in N} m_i < c(N)$. Van de totale kosten $c(N)$ worden bijgevolg deze marginale kosten m_i afgetrokken en de overgebleven kosten zijn de niet-deelbare kosten $g(N)$. Deze worden verklaard door de formule $g(N) = c(N) - \sum_{i \in N} m_i$. Deze resterende kosten worden verdeeld over de samenwerkende partners volgens specifieke gewichten w_i . Dit kan een constant getal zijn of op basis van de kostenfunctie.

Op basis van dit idee, ontwikkelen Tijs en Driessen (1986) drie allocatiemethoden om de niet-deelbare kosten te verdelen: de *equal charge method*, de *alternative cost avoided method* en de *cost gap method*. De equal charge method (ECM) verdeelt de niet-deelbare kosten gelijkmatig over de partners in de samenwerking. De gewichten w_i zijn daarom gelijk aan 1 gedeeld door het aantal partners. Bij de alternative cost avoided method (ACAM) worden de niet-deelbare kosten verdeeld op basis van de individuele bijdrage van elke partner. Deze methoden zijn efficiënt, maar net als bij de Shapley-waarde kunnen deze methoden de stabiliteit van de coalitie niet garanderen op lange termijn. Omdat de ECM en de ACAM geen kostentoe wijzingen bieden die voldoen aan de stabiliteitseigenschap, ontwikkelen de auteurs een derde toewijzingsmechanisme, de *cost gap method*.

Bij de cost gap method worden de niet-deelbare kosten verdeeld aan de hand gewichten die gebaseerd zijn op de afstand tussen een ondergrens en een bovengrens in de coalitie (Verdonck, 2017). Volgens Tijs en Driessen (1986) weerspiegelt de ondergrens van een partner i de deelbare kosten of marginale kosten m_i van deze partner i . Partner i moet bijgevolg minstens de stijging van de kosten die hij veroorzaakt in de samenwerking voor zijn rekening nemen. De bovengrens van partner i staat gelijk aan de som van zijn deelbare kosten m_i en de niet-deelbare kosten of resterende kosten van de coalitie. Dit maximum wordt bereikt wanneer alle partners in de coalitie enkel hun marginale kosten betalen en bijgevolg de niet-deelbare kosten van de samenwerking volledig bij partner i in rekening worden gebracht. Bij de cost gap method worden de niet-deelbare kosten toegewezen aan de spelers in verhouding tot een gewichtsvector. De gewichten w_i die worden gebruikt voor de toewijzing van de niet-deelbare kosten zijn gebaseerd op de kloof tussen de ondergrens en de kosten van coalitie S . Het getal w_i kan worden gezien als de maximale bijdrage van speler i aan de niet-deelbare kosten $g(N)$. De CGM berekent het gewicht w_i voor een deelnemer i die deelneemt aan coalitie S volgens de vergelijking:

$$w_i = \text{Min } g(S) \text{ voor alle } i \in N$$

$$g(S) = c(S) - \sum_{i \in S} m_i$$

Indien de niet-deelbare kosten gelijk zijn aan 0, zijn de kosten die de partner moet betalen gelijk aan de marginale kosten. Indien de niet-deelbare kosten groter zijn dan 0, dan geldt de volgende formule.

$$CGM(i) = m_i \quad \text{als } g(N)=0$$

$$CGM(i) = m_i + g(N) * w_i \quad \text{als } g(N)>0$$

Naast de technieken op basis van de deelbare en niet-deelbare kosten, ontwikkelden verschillende auteurs allocatietechnieken die erg nuttig kunnen zijn bij de start van een samenwerkingsverband. In een onderhandelings situatie zou het gunstig zijn om een eerste toewijzing te hebben waarbij de relatieve besparingen voor alle deelnemers zo gelijk mogelijk zijn (Liu, et al., 2010). Op basis van deze gedachtegang ontwikkelden Frisk et al. (2010) de *equal profit method* (EPM) en Liu et al. (2010) het *weighted relative savings model* (WRSM). Deze technieken zorgen ervoor dat de winst verdeeld wordt opdat het verschil in kostenbesparingen tussen de samenwerkende partners geminimaliseerd wordt. Doordat de relatieve voordelen van de partners van de samenwerking zo gelijk mogelijk zijn, voelen de partners zich eerlijk behandeld. Deze technieken kunnen dienen als eerste toewijzing in een vroeg stadium van een groeiend horizontaal samenwerkingsverband (Verdonck, 2017). Deze technieken vergemakkelijken onderlinge samenwerking ook op gebied van communicatie en onderhandelingen (Verdonck, 2017).

Naast de technieken op basis van deelbare en niet-deelbare kosten en op basis van gelijke relatieve winstverdeling, werden nog tal van andere technieken ontworpen. Deze technieken worden echter niet in deze masterproef behandeld. Een overzicht ervan kan geraadpleegd worden in Verdonck (2017). In deze masterproef worden drie technieken uitgekozen voor verwerking in de tool van de praktijkstudie, namelijk de *proportionele methode op basis van de stand-alone kosten*, de *Shapley-waarde* en de *equal gap method*. Deze tool wordt ontworpen op basis van spreadsheets in het hiervoor aangewezen programma Microsoft Excel. De evolutie en voordelen van een spreadsheet samen met de criteria voor een goede tool, worden behandeld in hoofdstuk 4.

HOOFDSTUK 4: ONDERWIJSTOOL

4.1 SPREADSHEETS IN HET ONDERWIJS

4.1.1 EVOLUTIE

Papieren spreadsheets bestaan al eeuwenlang en werden voornamelijk gebruikt als archiverings- en boekhoudinstrument (Baker & Sugden, 2003). In 1979 verscheen het eerste veelgebruikte spreadsheetprogramma VisiCalc op de Apple II computer, ontwikkeld door Dan Bricklin en Bob Frankston (van der Aalst, 2018). Deze toepassing diende om boekhoudkundige taken te vergemakkelijken (Baker & Sugden, 2003). Veel organisaties hebben de Apple II-computer uitsluitend gekocht om VisiCalc te gebruiken (van der Aalst, 2018). Hoewel computers tegenwoordig nuttige hulpmiddelen zijn voor het onderwijs in het algemeen, was in 1985 een van de grootste nadelen dat studenten een programmeertaal moesten leren om ervan gebruik te maken (Baker & Sugden, 2003). Het gebruik van spreadsheets hielp om dit probleem te omzeilen (Baker & Sugden, 2003). Sindsdien verschijnt voortdurend een diversiteit aan toepassingen van spreadsheets in wetenschappelijke tijdschriften (Baker & Sugden, 2003).

Na tientallen jaren van IT-ontwikkelingen is spreadsheetsoftware nog steeds te vinden op de meeste computers en zelfs online via Google Sheets (van der Aalst, 2018). Volgens Hermans et al. (2013) wordt geschat dat Microsoft Excel op 90% van de computers geïnstalleerd is en dat het aantal spreadsheetprogrammeurs groter is dan het aantal softwareprogrammeurs. Excel is veruit de meest gebruikte versie van spreadsheetsoftware (Dania, et al., 2019) en heeft de afgelopen 25 jaar de spreadsheetmarkt gedomineerd (van der Aalst, 2018). Microsoft heeft met Excel een groot marktaandeel van meer dan 90% van de spreadsheetmarkt in handen (Baker & Sugden, 2003).

Microsoft Excel biedt een interactieve matrix van cellen aan, die voornamelijk gebruikt wordt om berekeningen op gegevens uit te voeren (Marley-Payne & Dituri, 2019). Voorheen was een spreadsheet enkel een reeks rijen en kolommen die gegevens en formules bevatten met automatische update en weergave van resultaten (Baker & Sugden, 2003). Dit is intussen uitgebreid met honderden functies waaronder wiskundige, statistische, financiële en grafiekmatrixfuncties, maar ook add-ins zoals de Microsoft Excel Solver (Baker & Sugden, 2003; van der Aalst, 2018). Tegenwoordig gebruiken bijna alle business gerelateerde opleidingen de Excel Solver voor het oplossen en analyseren van optimalisatiemodellen (Evans, 2008). Met behulp van de Solver tool, die gratis wordt meegeleverd met Excel, is de optimalisatie van een spreadsheetmodel eenvoudig uit te voeren (Bartolacci, et al., 2012).

Hoewel de rol van optimalisatie binnen logistiek enorm gegroeid is, kan dit ook een rol spelen voor het management van andere gebieden binnen bedrijven (Bartolacci, et al., 2012). De wijdverspreide toepassing van computers en spreadsheetsoftware in het bedrijfsleven heeft een grote invloed gehad op de managementplanning (Tyworth & Grenoble, 1991). Spreadsheets hebben een cruciale rol gespeeld in de modelleringsinspanningen van bedrijven, aangezien de meeste managers en analisten ervaring hebben met spreadsheets en deze gebruiken als analytisch hulpmiddel (Bartolacci, et al., 2012). Het gebruik van spreadsheets is intuïtief en bijzonder handig in zakelijke beslissingssituaties,

gezien de verscheidenheid aan ingebouwde functies voor voorspellingen, statistische analyse en gegevensmodellering (Dania, et al., 2019). Omdat een spreadsheetprogramma verschillende variabelen kan manipuleren, krachtige gevoeligheidsanalyses kan uitvoeren en grafieken kan genereren, is het een van de meest succesvolle bedrijfstoets (Tyworth & Grenoble, 1991). De meeste organisaties gebruiken spreadsheets voor onder andere financiële planning, budgettering en verdeling van werk (van der Aalst, 2018).

Het belang van de spreadsheet neemt ook toe als hulpmiddel bij het lesgeven en leren, zowel op de basisschool als in het hoger onderwijs (Baker & Sugden, 2003). In het afgelopen decennium diende de spreadsheet steeds vaker als leermiddel in het bedrijfsonderwijs voor zowel inleidende als gevorderde cursussen (Dania, et al., 2019). De uitbreiding van de toepasbaarheid van spreadsheets en de groei van de functiebibliotheek motiveert het gebruik van spreadsheets aanzienlijk bij het geven van toegepaste bedrijfscursussen (Dania, et al., 2019). In het hoger onderwijs komt het modelleren met spreadsheets vooral voor in handboeken voor het onderwijzen van marketing, strategische planning en operationeel management (Tyworth & Grenoble, 1991). Spreadsheets worden ook gebruikt als modelleringsinstrument voor het onderwijzen van concepten in operationeel onderzoek (Munisamy, 2009). Operationeel onderzoek (OR) is de studie en analyse van processen op basis van wiskundige modellen met als doel problemen te analyseren en de optimale oplossing te bekomen (Hrablik, et al., 2015). Het onderwijzen van operationeel onderzoek met behulp van spreadsheets wordt geaccepteerd in het onderwijs, waardoor steeds meer handboeken van operationeel onderzoek het gebruik van spreadsheets behandelen (Munisamy, 2009). Het gebruik ervan stelt studenten in staat om verder te gaan dan de theorie en biedt studenten de mogelijkheid om de problemen van het modelleren in de praktijk te leren (Munisamy, 2009).

In het hoger onderwijs worden studenten voorbereid op een wereldwijd concurrerende markt waardoor de praktische vaardigheden in het curriculum verbeterd moeten worden (Dania, et al., 2019). Ondanks de toenemende populariteit heeft de spreadsheet nog een lange weg te gaan voordat het een universele tool wordt in het onderwijs (Baker & Sugden, 2003). De studie van Dania et al. (2019) wijst erop dat studenten een voorkeur hebben om Excel als leermiddel te gebruiken (Dania, et al., 2019). Studenten vragen naar modelleer- en spreadsheetcompetenties, omdat ze weten dat ze deze praktische competenties nodig hebben in hun job (Munisamy, 2009). Spreadsheet programmering versterkt ook belangrijke managementvaardigheden (Tyworth & Grenoble, 1991). Munisamy (2009) stelt dat het noodzakelijk is om computers en spreadsheets te integreren in de cursus operationeel onderzoek om studenten voor te bereiden op de 'echte wereld' (Munisamy, 2009). Het proces van het bouwen van spreadsheetmodellen en het vervolgens gebruiken van deze modellen om problemen op te lossen is bijzonder geschikt om het begrip van logistieke concepten te versterken en de conceptuele vaardigheden te ontwikkelen die de kern vormen van het managementproces (Tyworth & Grenoble, 1991). Bovendien geven werkgevers de voorkeur aan sollicitanten die naast de vakinhoudelijke kennis ook over spreadsheetcompetenties te beschikken (Dania, et al., 2019).

4.1.2 VOORDELEN

De integratie van spreadsheets in het onderwijs zorgt voor een effectieve combinatie van praktijkervaring en het ontwikkelen van competenties (Dania, et al., 2019). Door gebruik te maken van spreadsheets ontwikkelen studenten de vaardigheden die nodig zijn in de hedendaagse bedrijfswereld met een standaard tool (Munisamy, 2009). Spreadsheetsoftware is namelijk eenvoudig te installeren, te leren en te gebruiken (Tyworth & Grenoble, 1991). Docenten in het bedrijfs onderwijs vertrouwen steeds meer op spreadsheets om het functionele begrip en de modelleringspraktijk van wiskundige onderwerpen te vergemakkelijken (Dania, et al., 2019).

Uit onderzoek blijkt spreadsheetsoftware een productieve toepassing van technologie in de klas te zijn om wiskundige principes en ideeën toe te passen (Marley-Payne & Dituri, 2019). Spreadsheets bieden namelijk toegankelijke en inzichtelijke manieren om dynamische modellen te bouwen (Van Geert, 2014). Docenten moeten manieren vinden om het gebruik van spreadsheets effectief in te zetten, aangezien spreadsheets het begrip van zowel algebra als modellering kunnen verbeteren bij studenten (Marley-Payne & Dituri, 2019). Spreadsheets stellen de docent in staat om studenten actief te leren modelleren en daarnaast helpen ze de docent bij het concretiseren van concepten (Munisamy, 2009).

Bij het gebruik van spreadsheets in het onderwijs ontwikkelen studenten vaardigheden en inzichten zonder dat ze het grootste deel van hun tijd besteden aan manuele berekeningen (Marley-Payne & Dituri, 2019; Dania, et al., 2019). Studenten kunnen daardoor meer tijd besteden aan het conceptueel begrip van de relatie tussen input en resultaat. Met spreadsheets is het mogelijk om gearchiveerde gegevens te herwerken zonder langdurige procedures (Dania, et al., 2019). De mogelijkheid om werkbladen op te slaan, te kopiëren en te plakken en gegevens uit andere bronnen te importeren, creëert bovendien mogelijkheden voor meer diepgaande toepassingen (Marley-Payne & Dituri, 2019). Zo kunnen studenten grote datasets importeren in hun spreadsheet om te oefenen met verschillende toepassingen in plaats van kunstmatig kleine datasets te behandelen met behulp van een grafisch rekentoestel (Marley-Payne & Dituri, 2019).

Spreadsheets zijn een essentieel instrument geworden voor het uitvoeren van "wat-als" analyses (Dania, et al., 2019). Herhaalde "wat-als"-analyses manueel uitvoeren is niet productief, aangezien formules telkens opnieuw ingegeven moeten worden. Via Excel kan een "wat-als" analyse worden uitgevoerd door de gegevenswaarden in de invoercellen te wijzigen, vervolgens het model opnieuw te laten berekenen en de nieuwe resultaten in uitvoercellen te observeren (Bartolacci, et al., 2012). Via Excel is het bovendien eenvoudig om wiskundige vergelijkingen te combineren met willekeurige getallen en vervolgens "als-dan" uitspraken te formuleren (Van Geert, 2014). Met een bestaand model kunnen studenten op een interactieve manier onderzoeken welke gevolgen het veranderen van formules en parameterwaarden heeft op het resultaat (Van Geert, 2014; Dania, et al., 2019). De optie om verschillende cellen met elkaar te vergelijken maakt een krachtiger model mogelijk (Marley-Payne & Dituri, 2019). In dit geval bevordert de technologie het opmerken van patronen waardoor het wiskundig redeneren en het maken van een zinnige vergelijking verbetert (Marley-Payne & Dituri, 2019). Doordat het mogelijk is om herhaaldelijk waarden te wijzigen en resultaten vrijwel onmiddellijk worden gegenereerd, stimuleren spreadsheets een open, probleemgerichte en

interactieve leeromgeving bij studenten (Marley-Payne & Dituri, 2019; Baker & Sugden, 2003; Dania, et al., 2019).

Spreadsheets dienen als intuïtief educatief hulpmiddel voor het leren en oefenen van toegepaste concepten (Dania, et al., 2019). Ze hebben bovendien de gunstige eigenschap dat het hoofdidee van een goed gebouwde spreadsheet snel begrepen kan worden (Bartolacci, et al., 2012). Door de uitgebreide ingebouwde analytische mogelijkheden en functielijsten kunnen spreadsheets snel aangepast worden voor een bepaald leerproject (Dania, et al., 2019). Het onderwijzen van operationeel onderzoek via spreadsheets kan meer tijd in beslag nemen om een nieuw onderwerp te onderwijzen. Echter bieden de onderwerpen die wel aan bod komen waardevolle spreadsheet- en modellercompetenties die studenten kunnen toepassen en meenemen in hun professionele carrière (Munisamy, 2009). Het doel is niet altijd om optimale oplossingen te vinden, maar om inzichten te verschaffen voor een geïnformeerde besluitvorming (Munisamy, 2009).

Met Excel kunnen grote data-analyses gedaan worden met grafische uitvoer zonder geavanceerde kennis van computerprogrammering (Baker & Sugden, 2003; Dania, et al., 2019). Van Geert (2014) stelt dat voor de meeste spreadsheets weinig initiële kennis nodig is, maar het maken van spreadsheets vereist wel een abstracte redenering van de student (Baker & Sugden, 2003). Het assortiment aan functies zorgt voor een open en probleem-georiënteerd instrument dat als nuttig hulpmiddel kan dienen om toegepaste bedrijfsdisciplines te onderwijzen (Baker & Sugden, 2003; Dania, et al., 2019). De steeds groter wordende functiebibliotheek van spreadsheets maakt het mogelijk om algemene werkbladen te maken die zijn aangepast om een verscheidenheid aan zakelijke problemen op te lossen (Dania, et al., 2019). Het opstellen van algemene werkbladen vereist doorgaans weinig computerkennis en als ze eenmaal zijn gemaakt, kunnen ze herwerkt worden met verschillende gegevens (Dania, et al., 2019).

Dankzij de ingebouwde functies kan een spreadsheet vrijwel alles doen wat een grafisch rekenmachine kan (Marley-Payne & Dituri, 2019). De weergave op een computerscherm maakt het gebruik intuïtiever, omdat alle stadia van complexe meerdelige berekeningen of modellen tegelijkertijd kunnen worden weergegeven (Marley-Payne & Dituri, 2019). Het scherm van een computer is groter, waardoor het gemakkelijk wordt om een overzicht te krijgen. Een computer biedt bovendien de mogelijkheid om een muis en een volledig toetsenbord te gebruiken waardoor het minder omslachtig is om gegevens in te geven ten opzichte van het minder efficiënt invoersysteem van een rekenmachine (Marley-Payne & Dituri, 2019). Desondanks wordt spreadsheetsoftware weinig geïmplementeerd in het wiskundeonderwijs waardoor grafische rekenmachines het meest gebruikte hulpmiddel voor berekeningen blijven (Marley-Payne & Dituri, 2019). De primaire reden hiervoor is eerder logistiek dan educatief, met name de grotere bekendheid met rekenmachines en de toegankelijkheid ervan binnen de meeste scholen (Marley-Payne & Dituri, 2019).

4.2 CRITERIA VOOR EEN GOEDE ONDERWIJSTOOL

Technologie is een doeltreffend instrument in het onderwijs indien het wiskundig redeneren en het maken van zinnige keuzes bevordert (Marley-Payne & Dituri, 2019). Dit vereist dat de technologie een middel is voor het verbeteren van de wiskundige redenering en niet alleen voor de berekening (Marley-Payne & Dituri, 2019). Wanneer een spreadsheetmodel aan studenten getoond wordt, moet

het op een logische en stapsgewijze manier gepresenteerd worden, goed gedocumenteerd en duidelijk omschreven zijn en ook correct werken (Munisamy, 2009). Bovendien moet de spreadsheet eenvoudig zijn, anders zal de docent eerder spreadsheetcompetenties aanleren dan de beoogde leerstof (Tyworth & Grenoble, 1991). Dit vereist een volledig en nauwkeurig begrip van alle aspecten van de spreadsheet (Bartolacci, et al., 2012). Munisamy (2009) benadrukt het belang van twee elementen voor kwaliteitsvolle spreadsheetmodellering: de documentatie en de leesbaarheid. Het is moeilijk om een complexe spreadsheet die door iemand anders is geschreven volledig te begrijpen, omdat door het grote aantal celformules en de opmaak heen gelezen moet worden om de onderliggende structuur van het model te begrijpen (Bartolacci, et al., 2012). Bij het ontwikkelen van een spreadsheet dient dus zorgvuldig aandacht te worden gegeven aan het gestructureerd ontwerp en de goede documentatie ervan (Bartolacci, et al., 2012).

Het gebruiksgemak van Excel kan nadelig zijn als het onzorgvuldige programmeringspraktijken aanmoedigt die leiden tot problemen. Foutieve of slecht gedocumenteerde modellen kunnen niet overgedragen worden aan of gebruikt worden door anderen (Bartolacci, et al., 2012). In tegenstelling tot software worden spreadsheets echter zelden gecontroleerd, getest of gecertificeerd (Hermans, et al., 2012). Net als software zijn sommige spreadsheets van betere kwaliteit dan andere wat betreft bruikbaarheid en betrouwbaarheid (Hermans, et al., 2012). Een spreadsheettool mag in de eerste plaats geen fouten bevatten. De impact van ontwerpfouten in de vooraf ontworpen sjablonen kan groot zijn (Xu, et al., 2018). Xu et al. (2018) beschrijft vier soorten fouten bij het gebruik van vooraf ontworpen sjablonen: ontbrekende formules, fouten in het bereik, onnodige formules en inconsistente formules (Xu, et al., 2018). Formules zijn de bedrijfslogica die in de spreadsheets zijn geïmplementeerd en bepalen op basis van de input hoe de gegevens verwerkt moeten worden (Xu, et al., 2018). Als formules fouten bevatten, dan kunnen deze fouten worden doorgegeven zonder dat de gebruiker het merkt (Xu, et al., 2018).

Het visuele aspect van de lay-out is evenzeer van belang. Het is belangrijk om een duidelijke, logische lay-out te hebben voor het algemene model (Munisamy, 2009). Het invoeren van koptekst verfijnt de lay-out, maar een duidelijk verschil tussen de koptekstcellen en gegevenscellen is noodzakelijk (Xu, et al., 2018). De verschillende delen van het model namelijk de input, beslissingsvariabelen en output moeten onderscheiden worden met duidelijke koppen (Munisamy, 2009). Munisamy (2009) raadt het gebruik van opmerkingen, tekstvakken, labels en opmaakkenmerken aan. De opmaak van de tabellen zoals de randstijlen en achtergrondkleuren van de cellen bepalen evenzeer de leesbaarheid (Xu, et al., 2018).

HOOFDSTUK 5: PRAKTIJKSTUDIE

5.1 INLEIDING

De literatuurstudie diende als basis voor het maken van een tool in Excel die drie kostenallocatietechnieken in horizontale logistieke samenwerkingsverbanden uitwerkt. Hoofdstuk 2 zorgde voor een algemene kijk op horizontale verbanden tussen logistieke dienstverleners. Op basis van de beschreven literatuur in Hoofdstuk 3 werden drie kostenallocatietechnieken gekozen, één uit elke categorie voorgesteld door Verdonck (2017). De eerste kostenallocatiemethode zorgt voor een proportionele verdeling van de kosten op basis van de stand-alone kosten van de partners. De tweede techniek is de speltheoretische Shapley-waarde. De laatste techniek is de cost gap methode, gebaseerd op het concept van deelbare en niet-deelbare kosten. Voor het maken van deze tool werd het programma Microsoft Excel gekozen. De voordelen en criteria voor een goede tool werden beschreven in 'Hoofdstuk 4: Onderwijstool'.

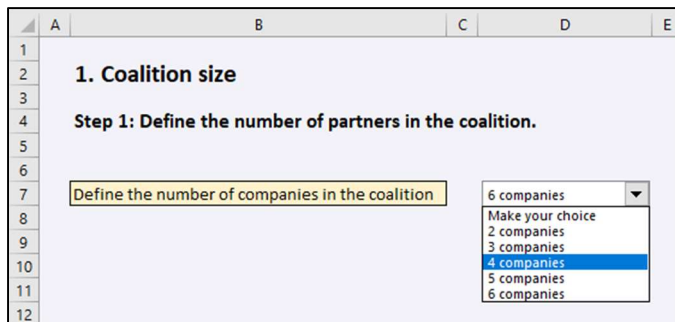
De bedoeling van de tool is dat deze onder andere gebruikt kan worden bij het onderwijzen van het onderwerp kostenallocatie tijdens het vak 'Supply chain strategy', een opleidingsonderdeel uit de master Handelswetenschappen - Supply chain management. Door het automatiseren van de berekeningen kan de focus gelegd worden op het aanleren van de concepten. Met behulp van een tool worden automatisch de resultaten gegenereerd wanneer de input veranderd wordt. Dit zorgt ervoor dat tal van voorbeelden kunnen uitgewerkt worden in een fractie van de tijd. De gebruiker kan zelf ontdekken welke impact veranderingen in parameters en samenwerkingseigenschappen hebben op de resultaten. In het huidige curriculum werden de kostenallocatiemethoden telkens toegepast op een samenwerkingsverband van slechts twee partners. De tool maakt het mogelijk om samenwerkingsverbanden tot en met zes partners te verkennen.

Sectie 5.2 beschrijft de handleiding die gebruikt kan worden bij de tool. Het zou mogelijk zijn om de tool zonder handleiding te begrijpen, maar gezien zijn onderwijsdoeleinde is deze handleiding zeker een meerwaarde. Studenten of docenten die niet bekend zijn met kostenallocatie of Excel leren aan de hand van de handleiding de tool in detail kennen. Dankzij deze handleiding is het mogelijk voor de docent om eerst zelf de tool te ontdekken voordat deze onderricht wordt. Indien deze handleiding aan de studenten ter beschikking gesteld wordt, is het bovendien mogelijk om de studenten dit onderwerp via zelfstudie te laten ontdekken. De handleiding is in het Nederlands geschreven, gezien deze masterproef volledig in het Nederlands geschreven is. De tool is echter in het Engels uitgewerkt aangezien het vak 'Supply chain strategy' in het Engels gegeven wordt. Doordat de tool in het Engels is ontworpen, kan deze ook breder toegepast worden in het onderwijs. Denk bijvoorbeeld aan uitwisselingsstudenten of anderstalige docenten. In de handleiding staat omschreven hoe de tool werkt aan de hand van screenshots. In de bijlagen van deze masterproef wordt bovendien elk tabblad volledig weergegeven.

5.2 HANDLEIDING

Tabblad 1. Coalition size

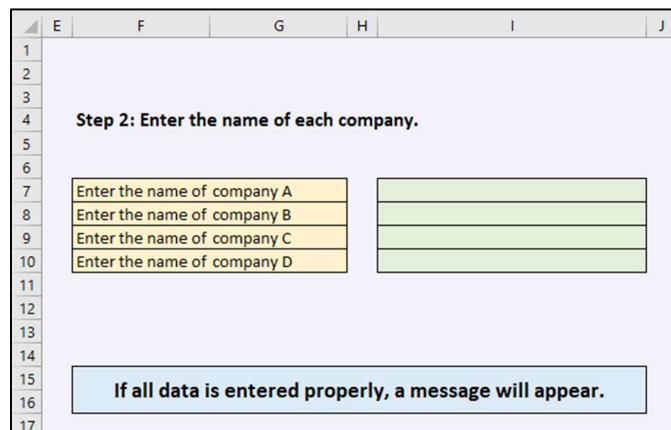
FIGUUR 1 – COALITIEGROOTTE:
BEPALEN VAN DE COALITIEGROOTTE



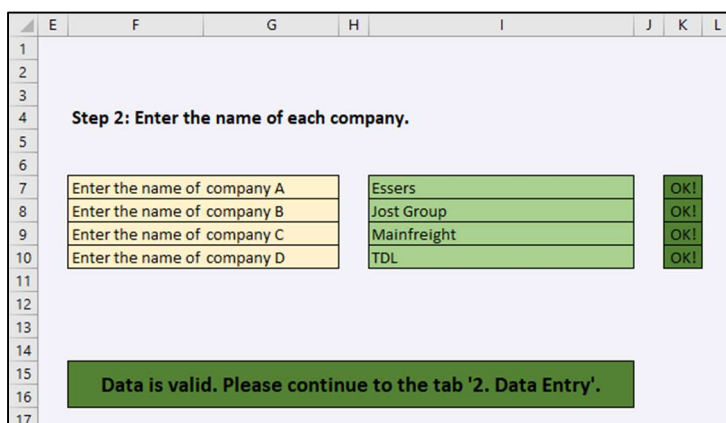
De eerste stap in de tool is het definiëren van het aantal partners in de coalitie. Met behulp van een *drop-down menu* in cel D7 is het mogelijk om de coalitie grootte te laten variëren van twee tot en met zes partners. Het aantal partners wordt beperkt tot zes, aangezien de complexiteit van de berekeningen sterk toeneemt bij het vermeerderen van het aantal partners.

Zodra het aantal partners gekozen is, verschijnen verschillende gele en groene cellen. Het voorbeeld in deze handleiding wordt uitgewerkt met een coalitie van vier partners. De tool geeft aan dat de tweede stap het invullen van de namen van de partners is. Aangezien vier partners gekozen werden als coalitie grootte, stelt de tool vier groene vakjes ter beschikking om de namen in te vullen. Dankzij de beveiliging op het werkblad is het enkel mogelijk om deze groene cellen te bewerken. Onderaan wordt een melding weergegeven dat als alle data juist ingevuld is, een boodschap zal verschijnen.

FIGUUR 2 – COALITIEGROOTTE:
INVULLEN VAN DE NAMEN VAN DE BEDRIJVEN



FIGUUR 3 – COALITIEGROOTTE: DATA IS GOEDGEKEURD



Indien een naam is toegevoegd in één van de groene vakjes, wordt dit vakje een donkerdere tint groen. Naast dit vakje verschijnt ook een nieuwe cel met 'OK!'. Indien alle namen ingegeven zijn en het aantal namen overeenkomt met de geselecteerde coalitie grootte, verschijnt er een boodschap dat het mogelijk is om naar het volgende tabblad te gaan.

Tabblad 2. Data entry

2. Data entry	
Step 3: Enter the data in the green cells.	
Paste and fill values without formatting	
Company data	Unit of measurement
Average demand per week	units/week
Standard deviation of demand [σ]	per week
Annual inventory holding cost [H]	€/unit/year
Major order cost (transport cost)	€
Minor order cost (handling cost)	€
Total shipment lead time	weeks
Required service level	Between 70% and 100%
Logistics Performance without collaboration	Unit of measurement
Order quantity	units
Reorder point	units
Current service level	Between 70% and 100%
Average inventory level	units
Average weeks' worth of inventory	weeks
Number of transports	transports/year
Logistics Performance with collaboration	Unit of measurement
Order quantity (when self-initiated)	units
Reorder point	units
Joined transport quantity	units
Current service level	%
Average inventory level	units
Average weeks' worth of inventory	weeks
Number of self-initiated transports	transports/year
Number of transports joined	transports/year

FIGUUR 4 – GEGEVENSINGAVE: BESCHRIJVENDE CELLEN

Het volgende tabblad dient voor het invullen van de bedrijfsgegevens. De tool geeft aan dat de gegevens in de groene cellen moeten ingevuld worden op basis van de beschrijving van de gele cellen. Deze beschrijving is opgesplitst in drie delen: de algemene bedrijfsgegevens, de logistieke prestatie zonder samenwerking en de logistieke prestatie met samenwerking. In de gele cellen staat ook duidelijk vermeld in welke eenheid de groene cellen ingevuld moeten worden. Boven de gele cellen staat een bruine cel met de beschrijving dat gegevens enkel geplakt mogen worden zonder opmaak. Indien gegevens uit een ander bestand gekopieerd worden, moeten deze als waarden geplakt worden op de opmaak en de werking van de tool te garanderen.

FIGUUR 5 – GEGEVENSINGAVE: IN TE VULLEN CELLEN

Wanneer de lichtgroene cellen juist ingevuld worden, veranderen deze opnieuw in een donkerdere tint groen. Door de beveiliging is het enkel mogelijk om de groene cellen te bewerken. Enkel getallen die groter zijn dan nul kunnen ingegeven worden. Onder de lichtgroene tabellen wordt in de blauwe cellen de zin 'Fill in the data' weergegeven. Indien een kolom juist ingevuld is, verandert de blauwe cel met 'Fill in the data' naar een groene cel met 'OK!'.

Data is valid. Please continue to the tab '3. Calculations'.			
Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
5,00	10,00	5,00	10,00
2,50	5,00	2,50	5,00
25,00	7,50	25,00	7,50
50,00	75,00	50,00	75,00
10,00	10,00	10,00	10,00
1,00	1,00	1,00	1,00
90,00%	90,00%	90,00%	90,00%
Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
35,00	100,00	35,00	100,00
12,00	25,00	12,00	25,00
92,00%	92,00%	92,00%	92,00%
20,00	50,00	20,00	50,00
4,00	5,00	4,00	5,00
100,00	60,00	100,00	60,00
Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
30,00	80,00	30,00	80,00
12,00	25,00	12,00	25,00
20,00	70,00	20,00	70,00
92,25%	93,00%	92,25%	93,00%
17,50	55,00	17,50	55,00
3,50	5,25	3,50	5,25
90,00	50,00	90,00	50,00
25,00	30,00	25,00	30,00
OK!	OK!	OK!	OK!

Please fill in all the data.			
Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
5,00	10,00	5,00	
2,50	5,00	2,50	
25,00	7,50	25,00	
50,00	75,00	50,00	
10,00	10,00	10,00	
1,00	1,00	1,00	
90,00%	90,00%	90,00%	
Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
35,00	100,00	35,00	
12,00	25,00	12,00	
92,00%	92,00%	92,00%	
20,00	50,00	20,00	
4,00	5,00	4,00	
100,00	60,00	100,00	
Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
30,00	80,00		
12,00	25,00		
20,00	70,00		
92,25%	93,00%		
17,50	55,00		
3,50	5,25		
90,00	50,00		
25,00	30,00		
OK!	OK!	Fill in the data	Fill in the data

FIGUUR 6 – GEGEVENSINGAVE: DATA IS GOEDGEKEURD

De cel bovenaan figuur 5 geeft in het blauw aan dat er data ingevuld moet worden. Indien alles juist is ingevuld, verandert deze cel van blauw naar groen zoals te zien is in figuur 6. Deze geeft nu aan dat het mogelijk is om naar het volgende tabblad te gaan.

Tabblad 3. Intermediate calculations

3. Intermediate calculations

This tab shows the calculated cells in blue and the data cells in grey.

Company Data	Unit of measurement	Formula
Standard deviation of demand [σ]	-	
Annual inventory holding cost [H]	€/unit/year	
Order cost [S]	€	= Major order cost
Lead time [L]	weeks	
Service level	%	
Annual demand [D]	units/year	Demand/week * 52
EOQ	units	$\sqrt{(2DS/H)}$
z-value	-	For a given service level
Demand during lead time [dL]	units	Demand per week * Lead time
Safety stock [SS]	units	$z * (\sigma * L)$
Average inventory	units	EOQ/2 + SS
Reorder point	units	dL + SS

Logistics Performance without collaboration	Unit of measurement	Formula
Number of transports per year	transports/year	
Cost per transport	€	= Major order cost
Average inventory level	units	
Annual inventory holding cost [H]	€/unit/year	
Total transport cost	€	# Transports * Cost per transport
Total inventory holding cost	€	Average inventory level * Annual holding cost
Total logistics cost	€	Total transport cost + Total holding cost

Logistics Performance with collaboration	Unit of measurement	Formula
Number of organized transports	transports/year	
Cost per organized transport	€/transport	= Major order cost
Number of joined transports	transports/year	
Cost per joined transport	€/transport	= Minor order cost
Average inventory level	units	
Annual inventory holding cost [H]	€	
Organized transport cost	€	# Organized transports * Cost per transport
Joined transport cost	€	# Joined transports * Cost per joined transport
Total transport cost	€	Org. transport cost + Joined transport cost
Total inventory holding cost	€	Average inventory level * Annual holding cost
Total logistics cost	€	Total transport cost + Total holding cost

FIGUUR 7 – INTERMEDIAIRE BEREKENINGEN: BESCHRIJVENDE CELLEN

Op dit tabblad geven de gele cellen eveneens de beschrijving van de gegevens aan. Echter moet de gebruiker geen gegevens meer invullen in dit tabblad. Alle formules worden automatisch berekend en de resultaten hiervan worden weergegeven in de cellen. De gebruikte formules worden voluit uitgeschreven in de kolom met gele cellen genaamd 'Formula'. In tegenstelling tot de vorige twee tabbladen kunnen op dit tabblad wel alle cellen geselecteerd worden. Op die manier is het mogelijk om te zien welke gegevens de verschillende formules gebruiken. De cellen kunnen niet bewerkt of verwijderd worden.

FIGUUR 8 – INTERMEDIAIRE BEREKENINGEN: FORMULECELLEN EN TOTALEN

De grijze cellen weerspiegelen de gegevens die in het vorige tabblad ingevuld werden als informatie. De blauwe cellen zijn de cellen waar formules toegepast worden. Deze formules kunnen aangeklikt worden om te zien welke cellen gebruikt worden om de berekeningen te maken. In het oranje worden de totalen berekend die nodig zijn in de kostenallocatiemechanismen.

Continue to tab 4,5 or 6 to see the different allocation techniques.

Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
2,50	5,00	2,50	5,00
25,00	7,50	25,00	7,50
50,00	75,00	50,00	75,00
1,00	1,00	1,00	1,00
90,00%	90,00%	90,00%	90,00%
260,00	520,00	260,00	520,00
32,25	101,98	32,25	101,98
1,28	1,28	1,28	1,28
5,00	10,00	5,00	10,00
3,20	6,41	3,20	6,41
19,33	57,40	19,33	57,40
8,20	16,41	8,20	16,41

Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL	Total
100,00	60,00	100,00	60,00	
50,00	75,00	50,00	75,00	
20,00	50,00	20,00	50,00	
25,00	7,50	25,00	7,50	
5000,00	4500,00	5000,00	4500,00	19000,00
500,00	375,00	500,00	375,00	1750,00
5500,00	4875,00	5500,00	4875,00	20750,00

Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL	Total
90	50	90	50	
50,00	75,00	50,00	75,00	
25	30	25	30	
10,00	10,00	10,00	10,00	
17,50	55,00	17,50	55,00	
25,00	7,50	25,00	7,50	
4500,00	3750,00	4500,00	3750,00	16500,00
250,00	300,00	250,00	300,00	1100,00
4750,00	4050,00	4750,00	4050,00	17600,00
437,50	412,50	437,50	412,50	1700,00
5187,50	4462,50	5187,50	4462,50	19300,00

Tabblad 4. Proportional method

De drie eerste tabbladen waren nodig om alle gegevens te vergaren die nodig zijn voor de kostenallocatietechnieken. De eerste kostenallocatietechniek die wordt berekend is de proportionele allocatie op basis van de stand-alone kosten.

	A	B	C	D	E
1		4. Proportional allocation based on stand-alone cost			
2		This tab shows the calculated cells in blue and the data cells in grey.			
3					
4		Formula: $y_i = c(i) - r_i * v(N)$ With $r_i = c(i) / \sum c(j) j \in N$			
5					
6		y_i = Total logistics cost of coalition partner i after collaboration $c(i)$ = Total logistics cost of coalition partner i prior to collaboration r_i = Total logistics cost of partner i divided by total logistics cost of the collaboration (cost ratio) $v(N)$ = Cost savings of grand coalition N $\sum c(j) j$ = Total logistics cost of the collaboration			
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16		Logistics Performance without collaboration before allocation			
17		Symbol	Formula		
18		Total logistics cost	$c(i)$	Total transport cost + Total holding cost	
19					
20		Logistics Performance with collaboration before allocation			
21		Symbol	Formula		
22		Total logistics cost		Total transport cost + Total holding cost	
23		Gain		Total log. cost with collab - without collab	
24		Cost ratio	r_i	$c(i) / \sum c(j) j$	
25					
26		Logistics Performance with collaboration after allocation			
27		Symbol	Formula		
28		Total logistics cost	y_i	$c(i) - r_i * v(N)$	
29		Gain		$c(i) - y_i$	
30					
31					
32					
33					

FIGUUR 9 – PROPORCIONELE METHODE: BESCHRIJVENDE CELLEN

Op dit tabblad staat net zoals in de vorige tabbladen de formule en de beschrijving in de gele cellen. Er is een kolom ('Symbol') bijgekomen met de symbolen die overeenkomen met de beschrijving. Dit symbool heeft dezelfde notatie die gebruikt wordt in de formule. De rij met de finale allocatiewaarde is aangeduid in het bruin en in het vet. Deze waarde wordt bekomen wanneer de formule ingevuld wordt.

FIGUUR 10 – PROPORCIONELE METHODE: FORMULECELLEN

De grijze cellen staan voor data die ingegeven is in het tweede tabblad, de blauwe cellen zijn formules. Hierdoor is het eenvoudig om te begrijpen waar de gegevens gehaald worden. De rij met de finale allocatiewaardes is aangeduid in het vet om deze resultaten te benadrukken. De bewerkingen kunnen in de cellen bestudeerd worden door erop te klikken. De cellen kunnen niet aangepast worden.

	E	F	G	H	I
15					
16		Essers Jost Group Mainfreight TDL			
17		5500,00	4875,00	5500,00	4875,00
18					
19		Essers Jost Group Mainfreight TDL			
20		5187,50	4462,50	5187,50	4462,50
21		312,50	412,50	312,50	412,50
22		26,51%	23,49%	26,51%	23,49%
23					
24		Essers Jost Group Mainfreight TDL			
25		5115,66	4534,34	5115,66	4534,34
26		384,34	340,66	384,34	340,66
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					

	L	M	N	O
15				
16				
17		Symbol	Total	
18				
19		$\sum c(j)j$	20750,00	
20				
21		Symbol	Total	
22				
23			19300,00	
24				
25		$v(N)$	1450,00	
26			100,00%	
27				
28		Symbol	Total	
29				
30				
31			19300,00	
32			1450,00	
33				

FIGUUR 11 – PROPORTIONELE METHODE: TOTALEN

Op het tabblad staan rechts van figuur 10 oranje cellen die de totalen weerspiegelen. Deze totalen worden gebruikt in de berekening van de allocatiewaarden. Bij deze oranje cellen is een extra kolom bijgekomen met in sommige vakken een symbool. Dit symbool is enkel toegevoegd voor de waardes die in de formule moet ingevuld worden.

	E	F	G	H	I	J	K	L	
6									
7		Advantage/ disadvantage of proportional allocation							
8									
9			ADVANTAGE	DISADVANTAGE					
10									
11									
12			Easy to understand and calculate	Doesn't lead to a stable solution in the long run: It's possible that a partner has more costs in the coalition than when he works alone					
13									
14									

FIGUUR 12 – PROPORTIONELE METHODE: VOOR- EN NADEEL

Op dit tabblad staat ook een algemeen voor- en nadeel van deze allocatietechniek. Op deze manier wordt de kennis uit de literatuurstudie gekoppeld aan de praktijkstudie en krijgt de student meer inzicht in de eigenschappen van de allocatietechniek.

Tabblad 5. Shapley value

In het vijfde tabblad worden de samenwerkingskosten verdeeld onder de partners met behulp van de methode van Shapley.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	5. Shapley value								
3									
4	This tab shows the calculated cells in blue and the data cells in grey.								
5									
6	Number of partners:		4 companies						
7	Permutations		24						
8	Combinations		15						
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

Formula:
$$Sh_i = \sum_{S \subseteq N - \{i\}} \frac{|S|! (|N| - |S| - 1)!}{|N|!} [v(S \cup \{i\}) - v(S)]$$

Sh_i = Shapley value for partner i
 N = Total set of players
 S = Set of combinations
 $v(S)$ = Contribution of coalition S excluding player i
 $v(S \cup \{i\})$ = Contribution of coalition S including player i

FIGUUR 13 – SHAPLEY-WAARDE: INFORMATIE EN FORMULE

Op dit deel van het tabblad (figuur 13) staat de formule en de beschrijving in de gele cellen. Het aantal mogelijke combinaties en permutaties wordt weergegeven in de blauwe cellen. Op basis van het aantal gekozen partners in de coalitie worden alle mogelijke combinaties en permutaties gegenereerd.

	G	H	I
16			
17	Combinations		Logistics cost
18	A		5500,00
19	B		4875,00
20	C		5500,00
21	D		4875,00
22	AB		9650,00
23	AC		10375,00
24	AD		9650,00
25	BC		9650,00
26	BD		8925,00
27	CD		9650,00
28	ABC		14837,50
29	ABD		14112,50
30	ACD		14837,50
31	BCD		14112,50
32	ABCD		19300,00
33			

FIGUUR 14 – SHAPLEY-WAARDE: COMBINATIES EN KOSTEN

Op figuur 14 bevinden zich alle mogelijke combinaties met vier partners en de bijbehorende logistieke kosten. Het bedrijf dat als eerste ingegeven wordt op het eerste tabblad, zal letter A toegewezen krijgen. Op figuur 16 wordt duidelijk welk bedrijf welke letter krijgt voor het uitgewerkte voorbeeld. Eerst worden de kosten zonder samenwerking van de individuele partners weergegeven. Vervolgens volgen de kosten van samenwerkingen met respectievelijk twee, drie en vier partners. Deze berekeningen van de verschillende coalitiemogelijkheden zijn nodig om de Shapley-waarde te bekomen.

FIGUUR 15 – SHAPLEY-WAARDE: PERMUTATIES

Op figuur 15 bevinden zich alle permutaties die mogelijk zijn. Op basis van de volgorde van toetreding van de verschillende bedrijven worden de kosten weergegeven. Meer informatie over deze berekening is te vinden in sectie 3.3.2. Op basis van het gemiddelde over alle permutaties in dezelfde kolom worden de Shapley allocaties berekend. Deze worden in de blauwe cellen weergegeven. De som van deze waarden komt overeen met de totale logistieke kosten met samenwerking.

	C	D	E	F	G	H
35						
36		4 Partners	A	B	C	D
37		ABCD	5500,00	4150,00	5187,50	4462,50
38		ABDC	5500,00	4150,00	5187,50	4462,50
39		ACBD	5500,00	4462,50	4875,00	4462,50
40		ACDB	5500,00	4462,50	4875,00	4462,50
41		ADBC	5500,00	4462,50	5187,50	4150,00
42		ADCB	5500,00	4462,50	5187,50	4150,00
43		BACD	4775,00	4875,00	5187,50	4462,50
44		BCAD	5187,50	4875,00	4775,00	4462,50
45		BCDA	5187,50	4875,00	4775,00	4462,50
46		BDAC	5187,50	4875,00	5187,50	4050,00
47		BADC	4775,00	4875,00	5187,50	4462,50
48		BDCA	5187,50	4875,00	5187,50	4050,00
49		CABD	4875,00	4462,50	5500,00	4462,50
50		CBAD	5187,50	4150,00	5500,00	4462,50
51		CDAB	5187,50	4462,50	5500,00	4150,00
52		CADB	4875,00	4462,50	5500,00	4462,50
53		CBDA	5187,50	4150,00	5500,00	4462,50
54		CDBA	5187,50	4462,50	5500,00	4150,00
55		DABC	4775,00	4462,50	5187,50	4875,00
56		DBCA	5187,50	4050,00	5187,50	4875,00
57		DCAB	5187,50	4462,50	4775,00	4875,00
58		DACB	4775,00	4462,50	5187,50	4875,00
59		DBAC	5187,50	4050,00	5187,50	4875,00
60		DCBA	5187,50	4462,50	4775,00	4875,00
61		Total logistics cost	5170,83	4479,17	5170,83	4479,17
62						
63						

	J	K	L	M	N	O
14						
15				Total logistics cost without collaboration before allocation	Total logistics cost with collaboration before allocation	Gain
16						
17						
18		A	Essers	5500,00	5187,50	312,50
19		B	Jost Group	4875,00	4462,50	412,50
20		C	Mainfreight	5500,00	5187,50	312,50
21		D	TDL	4875,00	4462,50	412,50
22						
23						
24			Total	20750,00	19300,00	1450,00
25						
26						
27						
28				Total logistics cost without collaboration before allocation	Total logistics cost with collaboration after allocation	Gain
29						
30						
31		A	Essers	5500,00	5170,83	329,17
32		B	Jost Group	4875,00	4479,17	395,83
33		C	Mainfreight	5500,00	5170,83	329,17
34		D	TDL	4875,00	4479,17	395,83
35						
36						
37			Total	20750,00	19300,00	1450,00
38						

FIGUUR 16 – SHAPLEY-WAARDE: BEREKENINGEN

In figuur 16 verschijnt welke letter toegewezen wordt aan welk bedrijf uit het voorbeeld. In de grijze cellen worden de gegevens weergegeven die voorheen berekend zijn in het tabblad '3. Intermediate calculations'. De blauwe cellen geven de resultaten weer wanneer de kosten gealloceerd worden volgens de methode van Shapley. De resultaten die de formule van Shapley heeft gegenereerd, worden in het vet aangeduid. De waarden in de blauwe cellen komen overeen met de waarden in de blauwe cellen in de voorgaande afbeelding (figuur 15). In het oranje verschijnen opnieuw de totale logistieke kosten met en zonder samenwerking en het totale besparingsniveau.

	J	K	L	M	N
3	<p>Advantage/ disadvantage of Shapley value</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px; margin: 10px 0;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px 15px; border: 1px solid black;">ADVANTAGE</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 5px 15px; border: 1px solid black;">DISADVANTAGE</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px; margin-top: 10px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px 15px; border: 1px solid black;">Provides unique solution based on a formula Meets various fairness principles</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 5px 15px; border: 1px solid black;">Mathematical complexity; difficult to calculate with more partners</div> </div>				
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

FIGUUR 17 – SHAPLEY-WAARDE: VOOR- EN NADEEL

Op dit tabblad wordt ook een voor- en nadeel weergegeven van de Shapley-waarde. Op deze manier wordt opnieuw de link gelegd met de resultaten uit de literatuurstudie.

Tabblad 6. Cost gap method

	A	B	C	D	E
1					
2		6. Cost gap method			
3					
4		This tab shows the calculated cells in blue and the data cells in grey.			
5					
6		Formula: $CGM(i) = m_i + g(N) * w_i$ With $w_i = m_i / \sum m_i$			
7					
8					
9		$CGM(i)$ = Total logistics cost of coalition partner i after collaboration			
10		m_i = Increase in total collaborative costs when company i joins the coalition			
11		$g(N)$ = Remaining costs of the coalition also known as non-separable costs			
12		w_i = Weight			
13					
14		Logistics Performance without collaboration before allocation		Symbol	Formula
15					
16		Total logistics cost		$c(i)$	Total transport cost + Total holding cost
17					
18					
19		Logistics Performance with collaboration before allocation		Symbol	Formula
20					
21					
22		Total logistics cost			Total transport cost + Total holding cost
23		Separable/marginal cost of company i		m_i	$c(N) - c(N \setminus \{i\})$
24		Non-separable cost of company i			$c(S) - \sum m_i$
25		Weight		w_i	$m_i / \sum m_i$
26					
27		Logistics Performance with collaboration after allocation		Symbol	Formula
28					
29					
30		Total logistics cost		$CGM(i)$	$m_i + g(N) * w_i$
31		Gain			$c(i) - CGM(i)$
32					

FIGUUR 18 – COST GAP METHODE: BESCHRIJVENDE CELLEN

Dit tabblad komt qua structuur overeen met het tabblad '4. Proportional method'. Ook hier staat in de gele cellen de formule en de beschrijving van de cellen. Bovenaan staat de formule die toegepast wordt om de CGM-allocaties te bepalen. Ieder symbool dat gebruikt wordt in de formule staat ook aangeduid in deze tabel. De belangrijkste waarde staat in het bruin aangeduid. De formule van de CGM in deze tool wijkt beperkt af van de originele formule uit Tijs en Driessen (1986) die werd besproken in sectie 3.4. Deze aanpassing werd in samenspraak met de promotor gemaakt en benadrukt het transparante en intuïtieve karakter van de allocatiemethoden uit de derde categorie.

	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
13											
14											
15		Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL				Symbol	Total	
16											
17		5500,00	4875,00	5500,00	4875,00					20750,00	
18											
19		Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL				Symbol	Total	
20											
21											
22		5187,50	4462,50	5187,50	4462,50				$c(N)$	19300,00	
23		4050,00	3425,00	4050,00	3425,00				Σm_i	14950,00	
24		-	-	-	-				$g(N)$	4350,00	
25		27,09%	22,91%	27,09%	22,91%				Σw_i	100%	
26											
27		Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL				Symbol	Total	
28											
29											
30		5228,43	4421,57	5228,43	4421,57					19300,00	
31		271,57	453,43	271,57	453,43					1450,00	
32											

FIGUUR 19 – COST GAP METHODE: FORMULECELLEN EN TOTALEN

Ook de kleurcode van de cellen blijft dezelfde doorheen het hele bestand. De blauwe cellen zijn formules en de grijze cellen zijn gegevens. De kostenallocatiewaarden volgens de *cost gap method* worden in het vet weergegeven. De oranje cellen weerspiegelen de totalen. Enkel de totalen die gebruikt worden in de formule krijgen een symbool toegewezen.

	E	F	G	H	I	J	K	L
5								
6		Advantage/ disadvantage of cost gap method						
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								

ADVANTAGE	DISADVANTAGE
-----------	--------------

Group rationality: The total cost or profit of the coalition is shared among all participants	Partners in the coalition can achieve better results by forming a subgroup
---	--

FIGUUR 200 – COST GAP METHODE: VOOR- EN NADEEL

Ook op dit tabblad staat een voor- en nadeel van de kostenallocatiemethode. Een gedetailleerde bespreking van de *cost gap method* kan gevonden worden in sectie 3.4.

Tabblad 7. Comparison

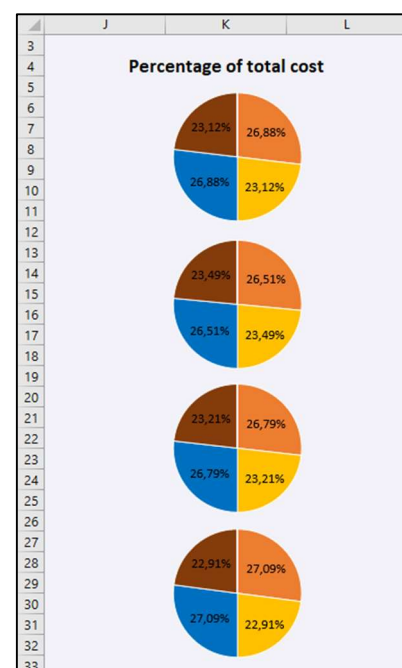
7. Comparison		Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
Before allocation					
Total logistics cost	Without collaboration	5500,00	4875,00	5500,00	4875,00
Total logistics cost	With collaboration	5187,50	4462,50	5187,50	4462,50
Gain	With collaboration	312,50	412,50	312,50	412,50
Proportional allocation based on stand-alone cost					
Total logistics cost	With collaboration	5115,66	4534,34	5115,66	4534,34
Gain	With collaboration	384,34	340,66	384,34	340,66
Shapley value					
Total logistics cost	With collaboration	5170,83	4479,17	5170,83	4479,17
Gain	With collaboration	329,17	395,83	329,17	395,83
Cost gap method					
Total logistics cost	With collaboration	5228,43	4421,57	5228,43	4421,57
Gain	With collaboration	271,57	453,43	271,57	453,43

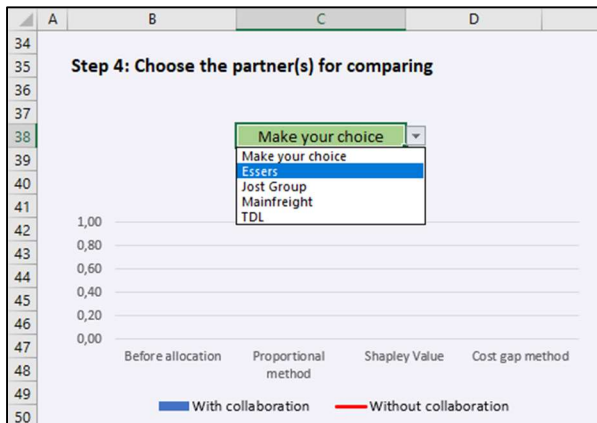
FIGUUR 21 – VERGELIJKING: VERDELING KOSTEN EN BATEN

Het laatste tabblad '7. Comparison' dient om een vergelijking te maken tussen de verschillende allocatiemethoden. Zoals op figuur 21 te zien is, staat op dit tabblad bovenaan een tabel met alle kosten die vergeleken kunnen worden per categorie. Ieder bedrijf heeft een andere kleur gekregen om de vergelijking visueel mogelijk te maken met behulp van een taartdiagram.

FIGUUR 22 – VERGELIJKING: TAARTDIAGRAM

Naast de tabel uit figuur 21 schetst een taartdiagram het percentage van de totale kosten dat naar een partner gealloceerd wordt. Deze percentages worden bekomen door de kosten van een partner te delen door de kosten van de coalitie. Doordat iedere partner een kleur toegewezen heeft gekregen, is het mogelijk om visueel een verband te leggen tussen de allocatiewaarden van de verschillende partners.





FIGUUR 23 – VERGELIJKING: SELECTEREN PARTNER

Onder deze tabellen heeft de gebruiker de mogelijkheid om drie verschillende partners met elkaar te vergelijken. De mogelijkheid om slechts drie partners met elkaar te vergelijken zorgt ervoor dat de leesbaarheid gegarandeerd blijft. De gebruiker kan door middel van een drop-down menu kiezen welke partners hij wil vergelijken. Het is mogelijk om de logistieke kosten en de opbrengsten te vergelijken in twee grafieken.



FIGUUR 24 – VERGELIJKING: STAAFDIAGRAMMEN

In de bovenste grafieken van figuur 24 worden van de geselecteerde partners de logistieke kosten zonder samenwerking weergegeven met een rode lijn. De blauwe staven stellen de logistieke kosten met samenwerking voor. Door deze beide op de grafiek aan te duiden wordt duidelijk gemaakt dat de logistieke kosten met samenwerking altijd lager liggen dan de logistieke kosten zonder samenwerking. De eerste staaf in de grafiek stelt de logistieke kosten voor wanneer de kosten nog niet gealloceerd zijn. De andere drie staven stellen de logistieke kosten na allocatie voor volgens de verschillende kostenallocatiemechanismen. De onderste grafieken met de groene staven geven het verschil tussen de logistieke kosten zonder samenwerking en de logistieke kosten met samenwerking weer. Dit verschil stelt de opbrengst voor. De rode lijn geeft hier weer hoeveel de opbrengst is voor elke partner voordat de kosten werden verdeeld volgens een bepaalde techniek. De groene staven geven de opbrengsten weer wanneer de kosten gealloceerd zijn volgens een van de uitgewerkte methodes.

5.3 VOORDELEN

Deze tool biedt verschillende voordelen ten opzichte van de voormalige werkwijze om kostenallocatie bij horizontale samenwerkingsverbanden aan te leren bij studenten. Zelfs gebruikers met beperkte voorkennis van Excel of kostenallocatie kunnen gebruik maken van de tool. Wanneer de tool geopend wordt, wordt altijd het eerste tabblad weergegeven. Door op het eerste tabblad te starten, is het mogelijk om het stappenplan in de tool eenvoudig te volgen. De tool geeft een melding wanneer alle gegevens op een tabblad juist ingegeven zijn. Wanneer een gebruiker extra informatie nodig heeft, kan de handleiding beschreven in sectie 5.2 ter beschikking gesteld worden. Door een voorbeeldcase samen met de handleiding ter beschikking te stellen, kan de student de tool bovendien volledig in zelfstudie ontdekken.

Studenten kunnen zich op deze manier focussen op de achterliggende concepten en methoden in plaats van manueel berekeningen uit te voeren. Aangezien alle resultaten automatisch gegenereerd worden, wordt ook veel tijd bespaard. Deze tijd kan gebruikt worden om dieper in te gaan op de allocatiemethoden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de Shapley-waarde. Voorheen werd in het opleidingsonderdeel 'Supply chain strategy' slechts één voorbeeld ter beschikking gesteld met een coalitie van twee partners. Bijgevolg konden de samenwerkingsopbrengsten gedeeld worden door twee om de oplossing te bekomen zonder de achterliggende betekenis van de kostenallocatiemethode te begrijpen. Daarnaast zijn Shapley berekeningen met meer dan twee partners erg arbeidsintensief. Voor een coalitie met zes partners moeten meer dan 720 berekeningen gemaakt worden vooraleer een conclusie gemaakt kan worden. Met behulp van Excel worden deze resultaten berekend met een klik op de knop. Hoe groter de samenwerking, hoe meer tijd bespaard wordt door gebruik te maken van de tool.

Om deze resultaten te genereren, moeten kerngegevens ingevuld worden. Om de gebruiker niet in de war te brengen, wordt het invullen van deze gegevens gebundeld op één tabblad genaamd '2. Data entry'. Door te werken met verschillende kleuren kan de gebruiker het verschil tussen de functies van de verschillende cellen onderscheiden. De gele cellen zijn beschrijvende cellen en de groene cellen dienen ingevuld te worden. Dit maakt het eenvoudig om de gegevens bij de juiste beschrijving in te vullen. Naast elke beschrijving staat ook een tabel waarin de eenheid van de gegevens wordt benadrukt. Om fouten te beperken, worden op dit tabblad enkel getallen die groter zijn dan 0 toegelaten waardoor negatieve getallen uitgesloten worden. Enkel de cellen waarin gegevens moeten worden ingevuld worden ter beschikking gesteld aan de gebruiker. Deze kan bijgevolg geen cellen of formules verwijderen.

Op het derde tabblad genaamd '3. Intermediate calculations' worden de eerste resultaten automatisch gegenereerd. Hier wordt ook een onderscheid gemaakt tussen de verschillende kleuren. Zoals voorheen zijn de gele cellen beschrijvende cellen, enkel zijn de groene cellen vervangen door andere kleuren. De grijze cellen zijn gegevens die uit het tabblad '2. Data entry' gehaald worden. De oranje cellen zijn de totalen en de blauwe cellen bevatten een formule. De formules van de kostenallocatiemechanismen worden allemaal automatisch berekend na het ingeven van de kerngegevens. Berekeningen worden automatisch gemaakt waardoor de gebruiker geen fouten kan maken bij het invullen van de formules. Een tweede voordeel van deze automatische berekening is

dat het de gebruiker de mogelijkheid biedt om als-dan situaties te analyseren. De gebruiker kan bij het veranderen van de input meteen de verandering in de resultaten observeren. De formules staan voluit uitgeschreven op de verschillende tabbladen. De verschillende symbolen die bij deze formules horen worden ook verduidelijkt.

Het is mogelijk om de verschillende formules te bekijken door erop te klikken met de muis. Het is echter niet mogelijk om deze aan te passen of te verwijderen. Het verwijderen van werkbladen is onmogelijk gemaakt door een beveiliging op het werkboek te zetten. Het is enkel toegelaten om op de eerste twee tabbladen gegevens in te vullen. Op de rest van de tabbladen is het niet mogelijk om gegevens in te geven. Enkel op het laatste tabblad '7. Comparison' is het mogelijk om de partners aan te duiden die vergeleken kunnen worden. Deze selectie wordt opnieuw ingesteld naar 'Make your choice' na het veranderen van het aantal partners in de coalitie. Ook worden de partners die niet meer voorkomen uit het *drop-down menu* verwijderd. Hierdoor geven de grafieken geen oude gegevens weer. Het scrollen op de pagina's is geblokkeerd om de gebruiker niet af te leiden. Indien een coalitie wordt gekozen, worden de cellen automatisch gewist die bij de extra partner staan. Hierdoor wordt de leesbaarheid en overzichtelijkheid vergroot.

Er staat ook een voor- en nadeel bij elke kostenallocatiemethode. Hierdoor is het mogelijk de theorie onmiddellijk te koppelen aan de oefeningen. Op tabblad '7. Comparison' kunnen tenslotte verschillende partners met elkaar vergeleken worden en kan een visuele vergelijking gemaakt worden tussen de verschillende kostenallocatiemechanismen.

5.4 NADELEN

Naast voordelen, heeft deze tool ook enkele beperkingen. Indien de gebruiker de verkeerde eenheid gebruikt om de tabellen in te vullen, worden de formules fout berekend en komen de resultaten niet uit. De verantwoordelijkheid ligt bijgevolg bij de gebruiker om de gegevens in de juiste eenheid te zetten vooraleer deze ingevuld worden in de tool. Wanneer gegevens gekopieerd worden uit een ander Excel bestand, moeten deze geplakt worden als waarden anders wijzigt de opmaak van de tool. De gebruiker heeft geen vrijheid in het kiezen van de verschillende kosten die hij wil laten opnemen en kan geen extra rijen toevoegen door de beveiliging. Indien een docent wenst om extra rijen toe te voegen, moeten alle formules herbekeken worden. Een aantal bewerkingen zijn mogelijk gemaakt door VBA (visual basics for applications) te gebruiken. Dit is een programmeertaal die het automatiseren van Excel mogelijk maakt. Indien de tool aangepast dient te worden, is hiervoor enige kennis van VBA vereist.

Het aantal partners waaruit de coalitie kan bestaan, is niet oneindig in de tool. Dit zou moeilijk zijn om te verwezenlijken in Excel. Aangezien een mooie lay-out gewenst is, werd het maximaal aantal partners op zes ingesteld. Dit werd gekozen om de leesbaarheid te garanderen en de complexiteit te beperken. Bovendien dient de tool voornamelijk als hulpmiddel om de achterliggende concepten te begrijpen. Een laatste nadeel van de tool is dat sommige formules niet gemakkelijk zijn om te ontcijferen. Er werd getracht om de formules zo eenvoudig mogelijk te houden, maar dit was niet altijd mogelijk door de complexiteit van de uitgewerkte technieken.

5.5 AFWEGINGEN

De eerste afweging die gemaakt werd bij de ontwikkeling van de tool was om met VBA te werken of niet. Het nadeel van het gebruik van VBA is dat anderen deze taal ook moeten leren indien ze aanpassingen willen maken aan het document. Echter waren sommige handelingen enkel mogelijk via VBA. Zo is het genereren van een lijst met permutaties mogelijk gemaakt door VBA te gebruiken. Ook worden cellen verwijderd wanneer op het eerste tabblad '1. Coalition size' het aantal partners in de coalitie worden gekozen. Cellen die niet ingevuld mogen worden, worden ook geblokkeerd wanneer het aantal partners gekozen is.

De tweede afweging die gemaakt moest worden, was de keuze van de coalitiegrootte. Het maximum aantal partners werd ingesteld op zes partners. Dit om de complexiteit te minimaliseren en de layout mooi te laten ogen. Aangezien studenten met een laptop werken, moest een afweging gemaakt worden tussen een compacte weergave en de leesbaarheid. Het was de bedoeling om alle gegevens integraal zichtbaar te maken zodat scrollen niet nodig zou zijn. Wanneer een kleine laptop gebruikt wordt, is het echter niet mogelijk om bij sommige tabbladen alle gegevens gezamenlijk weer te geven. Hierdoor werd geopteerd om het scrollen op de tabbladen te beperken. Door het scrollen te begrenzen, weet de gebruiker dat er verder geen nuttige informatie op het tabblad staat en wordt afleiding beperkt.

CONCLUSIE

6.1 CONCLUSIES

Deze masterproef begon met een literatuurstudie over horizontale logistieke samenwerkingsverbanden, kostenallocatietechnieken en het ontwikkelen van een onderwijstool. Om deze literatuurstudie te vormen, werd een centrale onderzoeksvraag gesteld. In de volgende alinea's wordt een antwoord gegeven op de centrale onderzoeksvraag en wordt de praktijkstudie samengevat.

Een horizontaal logistiek samenwerkingsverband opzetten is een uitdagend project waardoor dit een interessant onderwerp is voor onderzoek. De verschillende uitdagingen en motieven voor horizontale samenwerking werden onderzocht in de literatuurstudie. Logistieke dienstverleners moeten omgaan met de hevige concurrentie op de wereldmarkten en de hogere verwachtingen van de klant. Tegelijkertijd hebben ze steeds meer te maken met stijgende kosten en een daling van de winstmarges. Daarom streven de partners in de coalitie naar lagere kosten en hogere productiviteit door samen te werken. Een horizontaal samenwerkingsverband brengt nog andere voordelen met zich mee zoals het verbeteren van de dienstverlening naar de klant toe en het versterken van de marktpositie. De voordelen van een samenwerking zijn aantrekkelijk, maar de verdeling van de kosten en baten onder de partners blijft een belangrijke uitdaging.

De verdeling van de kosten en winsten moet eerlijk gebeuren opdat een samenwerking kan lukken. Iedere partner zoekt in het samenwerkingsverband financiële voordelen, maar wil eerlijk behandeld worden in vergelijking met de andere partners. Indien een partner vindt dat hij oneerlijk behandeld wordt, zal deze de samenwerking verlaten. In de wetenschappelijke literatuur zijn tal van kostenallocatiemechanismen onderzocht en ontwikkeld. Elk van deze mechanismen hebben andere kenmerken en voor- en nadelen. De mechanismen worden onderverdeeld in drie categorieën namelijk proportionele allocatiemethoden, allocatiemethoden op basis van coöperatieve speltheorie en allocatiemethoden met bijkomende specifieke eigenschappen.

Het voordeel van proportionele kostenallocatietechnieken is dat deze gemakkelijk zijn om te begrijpen en te berekenen, waardoor ze in de praktijk vaak toegepast worden. Het nadeel is dat deze op lange termijn niet leiden tot een stabiele samenwerking. Vervolgens bestaan er allocatiemethoden gebaseerd op de coöperatieve speltheorie. De bedoeling van deze methoden is dat geen enkele speler het beter zou doen als deze alleen zou handelen. Het bekendste mechanisme in deze context is de Shapley-waarde. De Shapley-waarde biedt een unieke oplossing aan de hand van een formule. Deze is eenvoudig te begrijpen in tegenstelling tot het oplossen van verschillende lineaire problemen bij het oplossen van de Nucleolus. Toch wordt de Shapley-waarde niet vaak toegepast in de praktijk vanwege de wiskundige complexiteit van de berekening. Eenvoudige implementatie is belangrijk voor de meeste bedrijven, waardoor de derde categorie is ontwikkeld. Kostenallocatietechnieken op basis van specifieke samenwerkingskenmerken bieden de mogelijkheid om enkele gewenste eigenschappen te kiezen die bij de samenwerking passen. De keuze van de methode is op die manier in correlatie met de doelen van de partners en de samenwerking.

Het gebruik van technologie zoals spreadsheets is gegroeid in de tijd. Vooral in het operationeel onderzoek kan dit een meerwaarde zijn. Ook in het onderwijs worden spreadsheets meer en meer gebruikt. Deze technologie kan een handig hulpmiddel zijn dat het aanleren van wiskundige concepten ondersteunt. Studenten kunnen bovendien met behulp van spreadsheets enkele praktische competenties ontwikkelen die ze kunnen gebruiken in hun professionele loopbaan. Wanneer docenten gebruik willen maken van spreadsheets, moeten deze wel op een adequate manier gepresenteerd worden. De spreadsheet moet werken zonder fouten, duidelijk omschreven zijn en gedocumenteerd zijn. Het gebruik moet eenvoudig zijn zodat de studenten de focus kunnen leggen op de wiskundige concepten in plaats van op het aanleren van spreadsheetcompetenties. De gebruiksvriendelijkheid staat voorop, maar ook de lay-out moet visueel aantrekkelijk zijn. Spreadsheets kunnen een visuele ondersteuning bieden door de mogelijkheid om grafieken te tonen.

Op basis van de kennis verworven in de literatuurstudie wordt in de praktijkstudie een onderwijstool in Excel ontworpen die de mogelijkheid biedt kostenallocatie in horizontale logistieke samenwerking te doceren. De tool is ontworpen zodat een gebruiker met beperkte kennis van Excel er ook gebruik van kan maken. De tool houdt een stapsgewijze en logische structuur aan om ervoor te zorgen dat het maken van fouten beperkt wordt. De tool geeft via opmerkingen aan wat de gebruiker moet doen en wanneer deze naar het volgende tabblad kan gaan. Door gebruik te maken van verschillende kleuren die doorheen de hele tool consequent gebruikt worden, is het mogelijk om visuele verbanden te leggen. Door een laatste tabblad toe te voegen waarin de verschillende kostenallocatiemechanismen kunnen vergeleken worden per partner kan de gebruiker de nodige inzichten verwerven in het kostenallocatie topic. In een tabel staan de voornaamste kosten en opbrengsten per partner weergegeven naast enkele taartdiagrammen en interactieve grafieken. Ieder tabblad is ook voorzien van een voor- en nadeel van elke techniek waardoor het theoretische aspect gekoppeld werd aan de praktische functionaliteiten van de tool. Om fouten te voorkomen worden enkel de cellen ter beschikking gesteld aan de gebruiker die daadwerkelijk ingevuld moeten worden. De cellen met formules of de grafieken kan de gebruiker niet aanpassen.

Deze onderwijstool en bijhorende handleiding kunnen dienen als hulpmiddel om kostenallocatie bij horizontale logistieke samenwerkingsverbanden aan te leren bij studenten. Docenten en studenten kunnen de tool gebruiken om zelfstandig het concept te begrijpen zonder tijd te verliezen aan manuele berekeningen. De automatisering maakt het bovendien mogelijk verschillende voorbeelden uit te werken.

6.2 BEPERKINGEN EN VERDER ONDERZOEK

In de literatuurstudie worden slechts enkele kostenallocatiemethodes in detail uitgewerkt. De literatuurstudie kan uitgebreid worden met een ruimere keuze aan mechanismen. Sommige technieken worden enkel kort aangehaald en kunnen bij verder onderzoek in detail besproken worden. De literatuurstudie is voornamelijk gefocust op kostenallocatie, maar er zijn nog andere moeilijkheden waar horizontale logistieke samenwerkingsverbanden mee kampen. Het partnerselectieproces wordt kort aangehaald in de literatuurstudie en is niet verwerkt in de tool. De tool focust op het alloceren van de kosten indien de partners reeds geselecteerd zijn.

In de tool worden drie kostenallocatietechnieken behandeld. Het is mogelijk om de tool uit te breiden met meerdere technieken. De gebruiker van de tool zou dan de mogelijkheid kunnen hebben om een kostenallocatiemethode aan te klikken en deze volledig te overlopen op een stapsgewijze manier. Een andere beperking van de tool is dat de formules gebaseerd zijn op enkele statische gegevens zoals de transportkosten en de voorraadkosten. In de praktijk is de verscheidenheid aan kosten die bij een samenwerking komt kijken veel uitgebreider. De tool zou aangepast kunnen worden op basis van de kosten die beschikbaar zijn in de samenwerking. Een andere mogelijkheid is om een tabblad te maken dat de eenheden omzet naar eenheden die in de tool ingevuld kunnen worden.

De tool werd reeds naar enkele mensen gestuurd om de functionaliteit te testen, maar deze hadden niet de intentie om bij te leren over kostenallocatie. Het gebruik van de tool is niet getest in een academische context. Dit zou eventueel mogelijk zijn door studenten de tool en de handleiding te bezorgen en hen een zelfstudieopdracht te laten uitvoeren. Daarna zouden ze bevroegd kunnen worden over hun ervaringen met de tool. Eventuele tekortkomingen van de tool kunnen dan aangekaart worden om op basis hiervan de tool te optimaliseren.

De tool werd gemaakt op basis van Microsoft Excel omwille van de grafische mogelijkheden en de eenvoud om berekeningen te maken. Omwille van de algemene bekendheid van het programma werd deze software gekozen. Sommige berekeningen en formules kunnen voor gebruikers die niet bekend zijn met deze software ingewikkeld zijn om te ontcijferen. Het is mogelijk dat een ander softwareprogramma betere mogelijkheden aanbiedt om deze concepten op een eenvoudiger manier uit te leggen.

BIBLIOGRAFIE

- Abidi, H., Dullaert, W., De Leeuw, S., Lysko, D., & Klumpp, M. (2019). Strategic partner evaluation criteria for logistics service provider networks. *The International Journal of Logistics Management*, 438-466.
- Baker, J., & Sugden, S. (2003). Spreadsheets in education – The first 25 years. *Spreadsheets in Education* 1(1), 18-42.
- Bartolacci, M., LeBlanc, L., Kayikci, Y., & Grossman, T. (2012). Optimization modeling for logistics: options and implementations. *Journal of Business Logistics* 33 (2), 118–127.
- Bleeke, J., & Ernst, D. (1995). Is your strategic alliance really a sale? *Harvard Business Review* 73 (1), 97–105.
- Chen, L., Zhao, X., Tang, O., Price, L., Zhang, S., & Zhu, W. (2017). Supply chain collaboration for sustainability: A literature review and future research agenda. *International Journal of Production Economics* 194, 73–87.
- Claeys, T. (2017, juni 6). *Consolidatieplatform voor koekjes*. Opgeroepen op oktober 7, 2019, van www.valuechain.be: <https://www.valuechain.be/nl/nieuws/detail/5659/consolidatieplatform-voor-koekjes>
- Coomans, N. (2017, juni 22). *Een visie voor de logistiek in België*. Opgeroepen op oktober 15, 2019, van www.vbo-feb.be: <https://www.vbo-feb.be/globalassets/actiedomeinen/energie-mobiliteit--milieu/mobiliteit/la-belgique-terre-logistique-de-predilection--cest-possible-/mob---visie-logistiek---nl---pour-impression.pdf>
- Cruijssen, F. (2006). *Horizontal cooperation in transport and logistics (Ongepubliceerd proefschrift)*. Nederland.: Universiteit Tilburg.
- Cruijssen, F., 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.
- Cruijssen, F., Cools, M., & Dullaert, W. (2007b). Horizontal cooperation in logistics: opportunities and impediments. *Transportation Research Part E Logistics and Transportation Review* 43 (2), 129-142.
- Cruijssen, F., Dullaert, W., & Fleuren, H. (2007c). Horizontal cooperation in transport and logistics: a literature review. *Transportation Journal* 46 (3), 22-39.
- Dai, B., & Chen, H. (2012). Profit allocation mechanisms for carrier collaboration in pickup and delivery service. *Computers & Industrial Engineering* 62, 633-643.
- Dania, A., Anakwe, B., & Ruf, B. (2019). Student preference for spreadsheet-based learning. *Accounting and Finance Research* 8 (3), 16-26.
- Daubresse, C., Hoornaert, B., Laine, B., Franckx, L., Gusbin, D., & Van Steenberghe, A. (2019). *Vooruitzichten van de transportvraag in België tegen 2040*. België: het Federaal Planbureau.
- Defryn, C., Sörensen, K., & Dullaert, W. (2019). Integrating partner objectives in horizontal logistics optimisation models. *Omega* 82, 1-12.
- Evans, J. (2008). Teaching note - some practical issues with Excel Solver: lessons for students and instructors. *INFORMS Transactions on Education* 8 (2), 89-95.

- Frisk, M., Göthe-Lundgren, M., Jörnsten, K., & Rönnqvist, M. (2010). Cost allocation in collaborative forest transportation. *European Journal of Operational Research* 205, 448-458.
- Haesevoets, Y. (2017, november 1). *Limburgse transport- en logistieke bedrijven werken samen om chauffeurstekort op te vangen*. Opgeroepen op oktober 10, 2019, van www.transportmedia.be: <https://www.transportmedia.be/limburgse-transport-en-logistieke-bedrijven-werken-samen-om-chauffeurstekort-op-te-vangen/>
- Hariga, M., As'ad, R., & Shamayleh, A. (2017). Integrated economic and environmental models for a multi stage cold supply chain under carbon tax regulation. *Journal of Cleaner Production* 166, 1357-1371.
- Hermans, F., Pinzger, M., & van Deursen, A. (2012). Detecting and visualizing inter-worksheet smells in spreadsheets. *Software Engineering Research Group*, 441- 451.
- Hermans, F., Sedee, B., Pinzger, M., & van Deursen, A. (2013). *Data Clone Detection and Visualization in Spreadsheets*. Nederland: Delft University of Technology.
- Hrablik, H., Horňáková, N., & Babčanová, D. (2015). Use of operational research methods in logistics. Tsjechië: Carpathian Logistics Congress.
- Janssen, A. (2019, februari 21). *Nucleolus (kostenallocatie)*. Opgeroepen op oktober 9, 2019, van www.ensie.nl: <https://www.ensie.nl/alexander-janssen/nucleolus-kostenallocatie>
- Janssen, A. (2019, februari 21). *Speltheoriebenadering van kostenallocaties*. Opgeroepen op oktober 9, 2019, van www.ensie.nl: <https://www.ensie.nl/alexander-janssen/speltheoriebenadering-van-kostenallocaties>
- Juan, A., Faulin, J., Pérez-Bernabeu, E., & Jozefowicz, N. (2014). Horizontal cooperation in vehicle routing problems with backhauling and environmental criteria. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1133-1141.
- Krajewska, M., Kopfer, H., Laporte, G., Ropke, S., & Zaccour, G. (2008). Horizontal cooperation among freight carriers: request allocation and profit sharing. *Journal of the Operational Research Society* 59 (11), 1483-1491.
- Liu, P., Wu, Y., & Xu, N. (2010). Allocating collaborative profit in less-than-truckload carrier alliance. *J. Service Science & Management* 3, 143-149.
- Marley-Payne, J., & Dituri, P. (2019). Spreadsheets as an effective use of technology in mathematics education. *Spreadsheets in Education* 12 (1), 1-26.
- Munisamy, S. (2009). A spreadsheet-based approach for operations research teaching. *International Education studies* 2 (3), 82-88.
- Ooms, P. (2017, september 27). *Cargopooling zit in de lift*. Opgeroepen op oktober 8, 2019, van www.valuechain.be: <https://www.valuechain.be/nl/nieuws/detail/5783/cargopooling-zit-in-de-lift>
- Özener, O., & Ergun, Ö. (2008). Allocating costs in a collaborative transportation procurement network. *Transportation Science* 42 (2),, 146-165.
- Sanchez Rodrigues, V., Harris, I., & Mason, R. (2015). Horizontal logistics collaboration for enhanced supply chain performance an international retail perspective. *Supply Chain Management : An International Journal*, 631-647.
- Sanchez, M., Pradenas, L., Deschamps, J.-C., & Parada, V. (2016). Reducing the carbon footprint in a vehicle routing problem by pooling resources from different companies. *Netnomics*, 29-45.

- Schmeidler, D. (1969). *Nucleolus of a characteristic function game*. 1163–1170: Siam Journal on Applied Mathematics 17(6).
- Simatupang, T., & Sridharan, R. (2002). The collaborative supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 15-30.
- Slegers, C. (2018, november 28). *Transportbedrijven willen duurzamer kunnen rijden*. Opgeroepen op oktober 12, 2019, van logistiek.be: <http://www.logistiek.be/transport-en-distributie/transportbedrijven-willen-duurzamer-kunnen-rijden>
- Soylu, A., Oruc, C., Turkyay, M., Fujita, K., & Asakura, T. (2006). Synergy analysis of collaborative supply chain management in energy systems using multi-period MILP. *European Journal of Operational Research* 174, 387–403.
- Stellingwerf, H., Kanellopoulos, A., Cruijssen, F., & Bloemhof, J. (2019). Fair gain allocation in eco-efficient vendor-managed inventory cooperation. *Journal of Cleaner Production* 231, 746-755.
- Tijs, S., & Driessen, T. (1986). Game theory and cost allocation problems. *Management Science* 32 (8), 1015-1028.
- Tijs, S., & Driessen, T. (1986). Game theory and cost allocation problems. *Management science* 32 (8), 1015-1028.
- Tyworth, J. E., & Grenoble, W. L. (1991). Spreadsheet modeling in logistics advancing today's educational tools. *Journal of Business Logistics* 12 (1), 1-25.
- van der Aalst, W. (2018). Spreadsheets for business process management. *Business Process Management Journal* 24 (1), 105-127.
- Van Geert, P. (2014). Dynamic modeling for development and education: from concepts to numbers. *International Mind, Brain, and Education Society and Wiley Periodicals, Inc.* 8 (2), 57-73.
- Vanovermeire, C., Sörensen, K., Van Breedam, A., & Vannieuwenhuyse, B. (2013). Horizontal logistics collaboration decreasing costs through flexibility and an adequate cost allocation strategy. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 1-17.
- Verdonck, L. (2017). Collaborative logistics from the perspective of freight transport companies. Universiteit Hasselt Bibliotheek.
- Verdonck, L., Beullens, P., Caris, A., Ramaekers, K., & Janssens, G. (2016). Analysis of collaborative savings and cost allocation techniques for the cooperative carrier facility location problem. *Journal of the Operational Research Society* 67 (6), 853–871.
- Verduijn, T., & Iding, M. (2019, mei 18). *Samenwerking voor verbeterde logistiek*. Opgeroepen op oktober 7, 2019, van www.flowinnovation.nl: <http://www.flowinnovation.nl/pdf/Samenwerking%20voor%20verbeterde%20logistiek.pdf>
- Verstrepen, S., Cruijssen, F., & Dullaert, W. (2009). A Dynamic Framework for Managing Horizontal Cooperation in Logistics. *International Journal of Logistics Systems and Management* 5(3–4), 228–248.
- Xu, L., Dou, W., Zhu, J., Gao, C., Wei, J., & Huang, T. (2018). How are spreadsheet templates used in practice: a case study on enron. In *Proceedings of the 26th ACM Joint European Software Engineering Conference and Symposium on the Foundations of Software Engineering*, 734-738.
- Young, H. (1985). *Cost allocation: methods, principles, applications*. North-Holland, Amsterdam: Elseviers Science Publishers B.V.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1: TABBLAD 1. COALITION SIZE

1. Coalition size

Step 1: Define the number of partners in the coalition.

Define the number of companies in the coalition: 4 companies

Step 2: Enter the name of each company.

Enter the name of company A	Essers	OK!
Enter the name of company B	Jost Group	OK!
Enter the name of company C	Mainfreight	OK!
Enter the name of company D	TDL	OK!

Data is valid. Please continue to the tab '2. Data Entry'.

1. Coalition size | 2. Data Entry | 3. Intermediate calculations | 4. Proportional method | 5. Shapley value | 6. Cost gap method | 7. Comparison

BIJLAGE 2: TABBLAD 2. DATA ENTRY

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2		2. Data entry													
3															
4		Step 3: Enter the data in the green cells.	Paste and fill values without formatting		Data is valid. Please continue to the tab '3. Calculations'.										
5															
6		Company data	Unit of measurement		Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL							
7															
8		Average demand per week	units/week		5,00	10,00	5,00	10,00							
9		Standard deviation of demand [σ]	per week		2,50	5,00	2,50	5,00							
10		Annual inventory holding cost [H]	€/unit/year		25,00	7,50	25,00	7,50							
11		Major order cost (transport cost)	€		50,00	75,00	50,00	75,00							
12		Minor order cost (handling cost)	€		10,00	10,00	10,00	10,00							
13		Total shipment lead time	weeks		1,00	1,00	1,00	1,00							
14		Required service level	Between 70% and 100%		90,00%	90,00%	90,00%	90,00%							
15															
16		Logistics Performance without collaboration	Unit of measurement		Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL							
17															
18		Order quantity	units		35,00	100,00	35,00	100,00							
19		Reorder point	units		12,00	25,00	12,00	25,00							
20		Current service level	Between 70% and 100%		92,00%	92,00%	92,00%	92,00%							
21		Average inventory level	units		20,00	50,00	20,00	50,00							
22		Average weeks' worth of inventory	weeks		4,00	5,00	4,00	5,00							
23		Number of transports	transports/year		100,00	60,00	100,00	60,00							
24															
25		Logistics Performance with collaboration	Unit of measurement		Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL							
26															
27		Order quantity (when self-initiated)	units		30,00	80,00	30,00	80,00							
28		Reorder point	units		12,00	25,00	12,00	25,00							
29		Joined transport quantity	units		20,00	70,00	20,00	70,00							
30		Current service level	%		92,25%	93,00%	92,25%	93,00%							
31		Average inventory level	units		17,50	55,00	17,50	55,00							
32		Average weeks' worth of inventory	weeks		3,50	5,25	3,50	5,25							
33		Number of self-initiated transports	transports/year		90,00	50,00	90,00	50,00							
34		Number of transports joined	transports/year		25,00	30,00	25,00	30,00							
35															
36					OK!	OK!	OK!	OK!							
37															
38															
39															
40															
41															
42															
43															
		1. Coalition size	2. Data Entry	3. Intermediate calculations	4. Proportional method	5. Shapley value	6. Cost gap method	7. Comparison							

BIJLAGE 3: TABBLAD 3. INTERMEDIATE CALCULATIONS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1																
2		3. Intermediate calculations														
3																
4		This tab shows the calculated cells in blue and the data cells in grey.														
5																
6					Continue to tab 4,5 or 6 to see the different allocation techniques.											
7																
8																
9																
10																
11																
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																

BIJLAGE 4: TABBLAD 4. PROPORTIONAL METHOD

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O																																				
1	4. Proportional allocation based on stand-alone cost																																																		
2	This tab shows the calculated cells in blue and the data cells in grey.																																																		
3																																																			
4																																																			
5																																																			
6	Formula: $y_i = c(i) - r_i * v(N)$ With $r_i = c(i) / \sum c(j) \forall j \in N$																																																		
7																																																			
8																																																			
9	<table border="1"> <tr> <td>y_i</td> <td>= Total logistics cost of coalition partner i after collaboration</td> </tr> <tr> <td>$c(i)$</td> <td>= Total logistics cost of coalition partner i prior to collaboration</td> </tr> <tr> <td>r_i</td> <td>= Total logistics cost of partner i divided by total logistics cost of the collaboration (cost ratio)</td> </tr> <tr> <td>$v(N)$</td> <td>= Cost savings of grand coalition N</td> </tr> <tr> <td>$\sum c(j) \forall j$</td> <td>= Total logistics cost of the collaboration</td> </tr> </table>															y_i	= Total logistics cost of coalition partner i after collaboration	$c(i)$	= Total logistics cost of coalition partner i prior to collaboration	r_i	= Total logistics cost of partner i divided by total logistics cost of the collaboration (cost ratio)	$v(N)$	= Cost savings of grand coalition N	$\sum c(j) \forall j$	= Total logistics cost of the collaboration																										
y_i	= Total logistics cost of coalition partner i after collaboration																																																		
$c(i)$	= Total logistics cost of coalition partner i prior to collaboration																																																		
r_i	= Total logistics cost of partner i divided by total logistics cost of the collaboration (cost ratio)																																																		
$v(N)$	= Cost savings of grand coalition N																																																		
$\sum c(j) \forall j$	= Total logistics cost of the collaboration																																																		
10																																																			
11																																																			
12																																																			
13																																																			
14																																																			
15																																																			
16	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Logistics Performance without collaboration before allocation</th> <th>Symbol</th> <th>Formula</th> <th>Essers</th> <th>Jost Group</th> <th>Mainfreight</th> <th>TDL</th> <th>Symbol</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Total logistics cost</td> <td>$c(i)$</td> <td>Total transport cost + Total holding cost</td> <td>5500,00</td> <td>4875,00</td> <td>5500,00</td> <td>4875,00</td> <td>$\sum c(j) \forall j$</td> <td>20750,00</td> </tr> </tbody> </table>															Logistics Performance without collaboration before allocation	Symbol	Formula	Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL	Symbol	Total	Total logistics cost	$c(i)$	Total transport cost + Total holding cost	5500,00	4875,00	5500,00	4875,00	$\sum c(j) \forall j$	20750,00																		
Logistics Performance without collaboration before allocation	Symbol	Formula	Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL	Symbol	Total																																											
Total logistics cost	$c(i)$	Total transport cost + Total holding cost	5500,00	4875,00	5500,00	4875,00	$\sum c(j) \forall j$	20750,00																																											
17																																																			
18																																																			
19																																																			
20																																																			
21	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Logistics Performance with collaboration before allocation</th> <th>Symbol</th> <th>Formula</th> <th>Essers</th> <th>Jost Group</th> <th>Mainfreight</th> <th>TDL</th> <th>Symbol</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Total logistics cost</td> <td></td> <td>Total transport cost + Total holding cost</td> <td>5187,50</td> <td>4462,50</td> <td>5187,50</td> <td>4462,50</td> <td></td> <td>19300,00</td> </tr> <tr> <td>Gain</td> <td></td> <td>Total log. cost with collab - without collab</td> <td>312,50</td> <td>412,50</td> <td>312,50</td> <td>412,50</td> <td>$v(N)$</td> <td>1450,00</td> </tr> <tr> <td>Cost ratio</td> <td>r_i</td> <td>$c(i) / \sum c(j) \forall j$</td> <td>26,51%</td> <td>23,49%</td> <td>26,51%</td> <td>23,49%</td> <td></td> <td>100,00%</td> </tr> </tbody> </table>															Logistics Performance with collaboration before allocation	Symbol	Formula	Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL	Symbol	Total	Total logistics cost		Total transport cost + Total holding cost	5187,50	4462,50	5187,50	4462,50		19300,00	Gain		Total log. cost with collab - without collab	312,50	412,50	312,50	412,50	$v(N)$	1450,00	Cost ratio	r_i	$c(i) / \sum c(j) \forall j$	26,51%	23,49%	26,51%	23,49%		100,00%
Logistics Performance with collaboration before allocation	Symbol	Formula	Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL	Symbol	Total																																											
Total logistics cost		Total transport cost + Total holding cost	5187,50	4462,50	5187,50	4462,50		19300,00																																											
Gain		Total log. cost with collab - without collab	312,50	412,50	312,50	412,50	$v(N)$	1450,00																																											
Cost ratio	r_i	$c(i) / \sum c(j) \forall j$	26,51%	23,49%	26,51%	23,49%		100,00%																																											
22																																																			
23																																																			
24																																																			
25																																																			
26																																																			
27																																																			
28	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Logistics Performance with collaboration after allocation</th> <th>Symbol</th> <th>Formula</th> <th>Essers</th> <th>Jost Group</th> <th>Mainfreight</th> <th>TDL</th> <th>Symbol</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Total logistics cost</td> <td>y_i</td> <td>$c(i) - r_i * v(N)$</td> <td>5115,66</td> <td>4534,34</td> <td>5115,66</td> <td>4534,34</td> <td></td> <td>19300,00</td> </tr> <tr> <td>Gain</td> <td></td> <td>$c(i) - y_i$</td> <td>384,34</td> <td>340,66</td> <td>384,34</td> <td>340,66</td> <td></td> <td>1450,00</td> </tr> </tbody> </table>															Logistics Performance with collaboration after allocation	Symbol	Formula	Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL	Symbol	Total	Total logistics cost	y_i	$c(i) - r_i * v(N)$	5115,66	4534,34	5115,66	4534,34		19300,00	Gain		$c(i) - y_i$	384,34	340,66	384,34	340,66		1450,00									
Logistics Performance with collaboration after allocation	Symbol	Formula	Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL	Symbol	Total																																											
Total logistics cost	y_i	$c(i) - r_i * v(N)$	5115,66	4534,34	5115,66	4534,34		19300,00																																											
Gain		$c(i) - y_i$	384,34	340,66	384,34	340,66		1450,00																																											
29																																																			
30																																																			
31																																																			
32																																																			
33																																																			
34																																																			
35																																																			
36																																																			
37																																																			
38																																																			
39																																																			
40																																																			
41																																																			
42																																																			
43																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Advantage/ disadvantage of proportional allocation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ADVANTAGE</td> <td>DISADVANTAGE</td> </tr> <tr> <td>Easy to understand and calculate</td> <td>Doesn't lead to a stable solution in the long run: it's possible that a partner has more costs in the coalition than when he works alone.</td> </tr> </tbody> </table>															Advantage/ disadvantage of proportional allocation		ADVANTAGE	DISADVANTAGE	Easy to understand and calculate	Doesn't lead to a stable solution in the long run: it's possible that a partner has more costs in the coalition than when he works alone.																														
Advantage/ disadvantage of proportional allocation																																																			
ADVANTAGE	DISADVANTAGE																																																		
Easy to understand and calculate	Doesn't lead to a stable solution in the long run: it's possible that a partner has more costs in the coalition than when he works alone.																																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Advantage/ disadvantage of proportional allocation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ADVANTAGE</td> <td>DISADVANTAGE</td> </tr> <tr> <td>Easy to understand and calculate</td> <td>Doesn't lead to a stable solution in the long run: it's possible that a partner has more costs in the coalition than when he works alone.</td> </tr> </tbody> </table>															Advantage/ disadvantage of proportional allocation		ADVANTAGE	DISADVANTAGE	Easy to understand and calculate	Doesn't lead to a stable solution in the long run: it's possible that a partner has more costs in the coalition than when he works alone.																														
Advantage/ disadvantage of proportional allocation																																																			
ADVANTAGE	DISADVANTAGE																																																		
Easy to understand and calculate	Doesn't lead to a stable solution in the long run: it's possible that a partner has more costs in the coalition than when he works alone.																																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Advantage/ disadvantage of proportional allocation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ADVANTAGE</td> <td>DISADVANTAGE</td> </tr> <tr> <td>Easy to understand and calculate</td> <td>Doesn't lead to a stable solution in the long run: it's possible that a partner has more costs in the coalition than when he works alone.</td> </tr> </tbody> </table>															Advantage/ disadvantage of proportional allocation		ADVANTAGE	DISADVANTAGE	Easy to understand and calculate	Doesn't lead to a stable solution in the long run: it's possible that a partner has more costs in the coalition than when he works alone.																														
Advantage/ disadvantage of proportional allocation																																																			
ADVANTAGE	DISADVANTAGE																																																		
Easy to understand and calculate	Doesn't lead to a stable solution in the long run: it's possible that a partner has more costs in the coalition than when he works alone.																																																		

BIJLAGE 5: TABBLAD 5. SHAPLEY VALUE FORMULE - VOOR-EN NADEEL EN COMBINATIES

5. Shapley value					
This tab shows the calculated cells in blue and the data cells in grey.					
Number of partners:	4 companies				
Permutations	24				
Combinations	15				
Formula: $Sh_i = \sum_{S \subseteq N - \{i\}} \frac{ S ! (N - S - 1)!}{ N !} [v(S \cup \{i\}) - v(S)]$					
Sh_i = Shapley value for partner i N = Total set of players S = Set of combinations $v(S)$ = Contribution of coalition S excluding player i $v(S \cup \{i\})$ = Contribution of coalition S including player i					
		Combinations	Logistics cost		
		A	5500,00		
		B	4875,00		
		C	5500,00		
		D	4875,00		
		AB	9650,00		
		AC	10375,00		
		AD	9650,00		
		BC	9650,00		
		BD	8925,00		
		CD	9650,00		
		ABC	14837,50		
		ABD	14112,50		
		ACD	14837,50		
		BCD	14112,50		
		ABCD	19300,00		
4 Partners		A	B	C	D
ABCD		5500,00	4150,00	5187,50	4462,50
ABDC		5500,00	4150,00	5187,50	4462,50
Advantage/ disadvantage of Shapley value					
ADVANTAGE		DISADVANTAGE			
Provides unique solution based on a formula Meets various fairness principles		Mathematical complexity: difficult to calculate with more partners			
		Total logistics cost without collaboration before allocation	Total logistics cost with collaboration before allocation	Gain	
A	Essers	5500,00	5187,50	312,50	
B	Jost Group	4875,00	4462,50	412,50	
C	Mainfreight	5500,00	5187,50	312,50	
D	TDL	4875,00	4462,50	412,50	
Total		20750,00	19300,00	1450,00	
		Total logistics cost without collaboration before allocation	Total logistics cost with collaboration after allocation	Gain	
A	Essers	5500,00	5170,83	329,17	
B	Jost Group	4875,00	4479,17	395,83	
C	Mainfreight	5500,00	5170,83	329,17	
D	TDL	4875,00	4479,17	395,83	
Total		20750,00	19300,00	1450,00	

BIJLAGE 6: TABBLAD 5. SHAPLEY VALUE - PERMUTATIES

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O																																																																																																																																
27								CD	9650,00																																																																																																																																						
28								ABC	14837,50				<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Total logistics cost without collaboration before allocation</th> <th>Total logistics cost with collaboration after allocation</th> <th>Gain</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>Essers</td> <td>5500,00</td> <td>5170,83</td> <td>329,17</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Jost Group</td> <td>4875,00</td> <td>4479,17</td> <td>395,83</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Mainfreight</td> <td>5500,00</td> <td>5170,83</td> <td>329,17</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>TDL</td> <td>4875,00</td> <td>4479,17</td> <td>395,83</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td>20750,00</td> <td>19300,00</td> <td>1450,00</td> </tr> </tbody> </table>			Total logistics cost without collaboration before allocation	Total logistics cost with collaboration after allocation	Gain	A	Essers	5500,00	5170,83	329,17	B	Jost Group	4875,00	4479,17	395,83	C	Mainfreight	5500,00	5170,83	329,17	D	TDL	4875,00	4479,17	395,83	Total		20750,00	19300,00	1450,00																																																																																																				
		Total logistics cost without collaboration before allocation	Total logistics cost with collaboration after allocation	Gain																																																																																																																																											
A	Essers	5500,00	5170,83	329,17																																																																																																																																											
B	Jost Group	4875,00	4479,17	395,83																																																																																																																																											
C	Mainfreight	5500,00	5170,83	329,17																																																																																																																																											
D	TDL	4875,00	4479,17	395,83																																																																																																																																											
Total		20750,00	19300,00	1450,00																																																																																																																																											
29								ABD	14112,50																																																																																																																																						
30								ACD	14837,50																																																																																																																																						
31								BCD	14112,50																																																																																																																																						
32								ABCD	19300,00																																																																																																																																						
33																																																																																																																																															
34																																																																																																																																															
35																																																																																																																																															
36																																																																																																																																															
37								<table border="1"> <thead> <tr> <th>4 Partners</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ABCD</td><td>5500,00</td><td>4150,00</td><td>5187,50</td><td>4462,50</td></tr> <tr><td>ABDC</td><td>5500,00</td><td>4150,00</td><td>5187,50</td><td>4462,50</td></tr> <tr><td>ACBD</td><td>5500,00</td><td>4462,50</td><td>4875,00</td><td>4462,50</td></tr> <tr><td>ACDB</td><td>5500,00</td><td>4462,50</td><td>4875,00</td><td>4462,50</td></tr> <tr><td>ADBC</td><td>5500,00</td><td>4462,50</td><td>5187,50</td><td>4150,00</td></tr> <tr><td>ADCB</td><td>5500,00</td><td>4462,50</td><td>5187,50</td><td>4150,00</td></tr> <tr><td>BACD</td><td>4775,00</td><td>4875,00</td><td>5187,50</td><td>4462,50</td></tr> <tr><td>BCAD</td><td>5187,50</td><td>4875,00</td><td>4775,00</td><td>4462,50</td></tr> <tr><td>BCDA</td><td>5187,50</td><td>4875,00</td><td>4775,00</td><td>4462,50</td></tr> <tr><td>BDAC</td><td>5187,50</td><td>4875,00</td><td>5187,50</td><td>4050,00</td></tr> <tr><td>BADC</td><td>4775,00</td><td>4875,00</td><td>5187,50</td><td>4462,50</td></tr> <tr><td>BDCA</td><td>5187,50</td><td>4875,00</td><td>5187,50</td><td>4050,00</td></tr> <tr><td>CABD</td><td>4875,00</td><td>4462,50</td><td>5500,00</td><td>4462,50</td></tr> <tr><td>CBAD</td><td>5187,50</td><td>4150,00</td><td>5500,00</td><td>4462,50</td></tr> <tr><td>CDAB</td><td>5187,50</td><td>4462,50</td><td>5500,00</td><td>4150,00</td></tr> <tr><td>CADB</td><td>4875,00</td><td>4462,50</td><td>5500,00</td><td>4462,50</td></tr> <tr><td>CBDA</td><td>5187,50</td><td>4150,00</td><td>5500,00</td><td>4462,50</td></tr> <tr><td>CDBA</td><td>5187,50</td><td>4462,50</td><td>5500,00</td><td>4150,00</td></tr> <tr><td>DABC</td><td>4775,00</td><td>4462,50</td><td>5187,50</td><td>4875,00</td></tr> <tr><td>DBCA</td><td>5187,50</td><td>4050,00</td><td>5187,50</td><td>4875,00</td></tr> <tr><td>DCAB</td><td>5187,50</td><td>4462,50</td><td>4775,00</td><td>4875,00</td></tr> <tr><td>DACB</td><td>4775,00</td><td>4462,50</td><td>5187,50</td><td>4875,00</td></tr> <tr><td>DBAC</td><td>5187,50</td><td>4050,00</td><td>5187,50</td><td>4875,00</td></tr> <tr><td>DCBA</td><td>5187,50</td><td>4462,50</td><td>4775,00</td><td>4875,00</td></tr> <tr> <td>Total logistics cost</td> <td>5170,83</td> <td>4479,17</td> <td>5170,83</td> <td>4479,17</td> </tr> </tbody> </table>				4 Partners	A	B	C	D	ABCD	5500,00	4150,00	5187,50	4462,50	ABDC	5500,00	4150,00	5187,50	4462,50	ACBD	5500,00	4462,50	4875,00	4462,50	ACDB	5500,00	4462,50	4875,00	4462,50	ADBC	5500,00	4462,50	5187,50	4150,00	ADCB	5500,00	4462,50	5187,50	4150,00	BACD	4775,00	4875,00	5187,50	4462,50	BCAD	5187,50	4875,00	4775,00	4462,50	BCDA	5187,50	4875,00	4775,00	4462,50	BDAC	5187,50	4875,00	5187,50	4050,00	BADC	4775,00	4875,00	5187,50	4462,50	BDCA	5187,50	4875,00	5187,50	4050,00	CABD	4875,00	4462,50	5500,00	4462,50	CBAD	5187,50	4150,00	5500,00	4462,50	CDAB	5187,50	4462,50	5500,00	4150,00	CADB	4875,00	4462,50	5500,00	4462,50	CBDA	5187,50	4150,00	5500,00	4462,50	CDBA	5187,50	4462,50	5500,00	4150,00	DABC	4775,00	4462,50	5187,50	4875,00	DBCA	5187,50	4050,00	5187,50	4875,00	DCAB	5187,50	4462,50	4775,00	4875,00	DACB	4775,00	4462,50	5187,50	4875,00	DBAC	5187,50	4050,00	5187,50	4875,00	DCBA	5187,50	4462,50	4775,00	4875,00	Total logistics cost	5170,83	4479,17	5170,83	4479,17		
4 Partners	A	B	C	D																																																																																																																																											
ABCD	5500,00	4150,00	5187,50	4462,50																																																																																																																																											
ABDC	5500,00	4150,00	5187,50	4462,50																																																																																																																																											
ACBD	5500,00	4462,50	4875,00	4462,50																																																																																																																																											
ACDB	5500,00	4462,50	4875,00	4462,50																																																																																																																																											
ADBC	5500,00	4462,50	5187,50	4150,00																																																																																																																																											
ADCB	5500,00	4462,50	5187,50	4150,00																																																																																																																																											
BACD	4775,00	4875,00	5187,50	4462,50																																																																																																																																											
BCAD	5187,50	4875,00	4775,00	4462,50																																																																																																																																											
BCDA	5187,50	4875,00	4775,00	4462,50																																																																																																																																											
BDAC	5187,50	4875,00	5187,50	4050,00																																																																																																																																											
BADC	4775,00	4875,00	5187,50	4462,50																																																																																																																																											
BDCA	5187,50	4875,00	5187,50	4050,00																																																																																																																																											
CABD	4875,00	4462,50	5500,00	4462,50																																																																																																																																											
CBAD	5187,50	4150,00	5500,00	4462,50																																																																																																																																											
CDAB	5187,50	4462,50	5500,00	4150,00																																																																																																																																											
CADB	4875,00	4462,50	5500,00	4462,50																																																																																																																																											
CBDA	5187,50	4150,00	5500,00	4462,50																																																																																																																																											
CDBA	5187,50	4462,50	5500,00	4150,00																																																																																																																																											
DABC	4775,00	4462,50	5187,50	4875,00																																																																																																																																											
DBCA	5187,50	4050,00	5187,50	4875,00																																																																																																																																											
DCAB	5187,50	4462,50	4775,00	4875,00																																																																																																																																											
DACB	4775,00	4462,50	5187,50	4875,00																																																																																																																																											
DBAC	5187,50	4050,00	5187,50	4875,00																																																																																																																																											
DCBA	5187,50	4462,50	4775,00	4875,00																																																																																																																																											
Total logistics cost	5170,83	4479,17	5170,83	4479,17																																																																																																																																											
38																																																																																																																																															
39																																																																																																																																															
40																																																																																																																																															
41																																																																																																																																															
42																																																																																																																																															
43																																																																																																																																															
44																																																																																																																																															
45																																																																																																																																															
46																																																																																																																																															
47																																																																																																																																															
48																																																																																																																																															
49																																																																																																																																															
50																																																																																																																																															
51																																																																																																																																															
52																																																																																																																																															
53																																																																																																																																															
54																																																																																																																																															
55																																																																																																																																															
56																																																																																																																																															
57																																																																																																																																															
58																																																																																																																																															
59																																																																																																																																															
60																																																																																																																																															
61																																																																																																																																															
62																																																																																																																																															
63																																																																																																																																															
64																																																																																																																																															
65																																																																																																																																															
66																																																																																																																																															
67																																																																																																																																															
68																																																																																																																																															
69																																																																																																																																															

BIJLAGE 7: TABBLAD 6. COST GAP METHOD

6. Cost gap method

This tab shows the calculated cells in blue and the data cells in grey.

Formula: $CGM(i) = m_i + g(N) * w_i$ With $w_i = m_i / \sum m_i$

Advantage/ disadvantage of cost gap method

ADVANTAGE	DISADVANTAGE
Group rationality: The total cost or profit of the coalition is shared among all participants	Partners in the coalition can achieve better results by forming a subgroup

Logistics Performance without collaboration before allocation	Symbol	Formula
Total logistics cost	$c(i)$	Total transport cost + Total holding cost

Logistics Performance with collaboration before allocation	Symbol	Formula
Total logistics cost		Total transport cost + Total holding cost
Separable/marginal cost of company i	m_i	$c(N) - c(N \setminus \{i\})$
Non-separable cost of company i		$c(S) - \sum m_i$
Weight	w_i	$m_i / \sum m_i$

Logistics Performance with collaboration after allocation	Symbol	Formula
Total logistics cost	$CGM(i)$	$m_i + g(N) * w_i$
Gain		$c(i) - CGM(i)$

Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
5500,00	4875,00	5500,00	4875,00

Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
5187,50	4462,50	5187,50	4462,50
4050,00	3425,00	4050,00	3425,00
-	-	-	-
27,09%	22,91%	27,09%	22,91%

Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
5228,43	4421,57	5228,43	4421,57
271,57	453,43	271,57	453,43

Symbol	Total
	20750,00

Symbol	Total
$c(N)$	19300,00
$\sum m_i$	14950,00
$g(N)$	4350,00
$\sum w_i$	100%

Symbol	Total
	19300,00
	1450,00

1. Coalition size 2. Data Entry 3. Intermediate calculations 4. Proportional method 5. Shapley value **6. Cost gap method** 7. Comparison

BIJLAGE 8: TABBLAD 7. COMPARISON - TABELLEN EN TAARTDIAGRAM

7. Comparison

This tab shows the comparison between the previous allocation techniques.

Before allocation		Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
Total logistics cost	Without collaboration	5500,00	4875,00	5500,00	4875,00
Total logistics cost	With collaboration	5187,50	4462,50	5187,50	4462,50
Gain	With collaboration	312,50	412,50	312,50	412,50

Proportional allocation based on stand-alone cost		Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
Total logistics cost	With collaboration	5115,66	4534,34	5115,66	4534,34
Gain	With collaboration	384,34	340,66	384,34	340,66

Shapley value		Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
Total logistics cost	With collaboration	5170,83	4479,17	5170,83	4479,17
Gain	With collaboration	329,17	395,83	329,17	395,83

Cost gap method		Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
Total logistics cost	With collaboration	5228,43	4421,57	5228,43	4421,57
Gain	With collaboration	271,57	453,43	271,57	453,43

Percentage of total cost

Allocation Method	Essers	Jost Group	Mainfreight	TDL
Before allocation	23,12%	26,88%	26,88%	23,12%
Proportional allocation	23,49%	26,51%	26,51%	23,49%
Shapley value	23,21%	26,79%	26,79%	23,21%
Cost gap method	22,91%	27,09%	27,09%	22,91%

Step 4: Choose the partner(s) for comparing

Make your choice Make your choice Make your choice

1. Coalition size 2. Data Entry 3. Intermediate calculations 4. Proportional method 5. Shapley value 6. Cost gap method **7. Comparison**

BIJLAGE 9: TABBLAD 7. COMPARISON - STAAFGRAFIEKEN

