



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Supply chain resilience in tijden van onzekerheid

Arno Vaes

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

PROMOTOR :

Prof. dr. Katrien RAMAEKERS

BEGELEIDER :

De heer Jasper PAESEN



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

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

2023
2024



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Supply chain resilience in tijden van onzekerheid

Arno Vaes

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

PROMOTOR :

Prof. dr. Katrien RAMAEKERS

BEGELEIDER :

De heer Jasper PAESEN

Woord vooraf

Het voltooien van deze masterproef betekent het einde van een intensieve en leerzame periode in mijn opleiding Handelswetenschappen aan de UHasselt. Het is een onderzoek dat niet alleen mijn kennis over Supply Chain Management heeft verdiept, maar ook mijn vermogen om complexe problemen te analyseren en oplossingsstrategieën te ontwikkelen heeft verhoogd. Het onderwerp van de thesis, namelijk veerkracht binnen toeleveringsketens, is een belangrijk en hedendaags topic aangezien bedrijven voortdurend worden geconfronteerd met onverwachte uitdagingen en onzekerheden. Ik hoop dat deze studie een waardevolle bijdrage levert aan het begrijpen en versterken van de nodige bedrijfsprocessen.

Dit werk zou niet tot stand zijn gekomen zonder de steun en begeleiding van een aantal belangrijke personen. Allereerst wil ik mijn promotor, prof. dr. Katrien Ramaekers, bedanken voor haar begeleiding, geduld en kritische feedback. Haar expertise en advies hebben mij geholpen om mijn onderzoek naar een hoger niveau te tillen en hebben ervoor gezorgd dat ik de uitdagingen die ik onderweg tegenkwam met vertrouwen kon aangaan. Dit alles geldt ook voor mijn begeleider, de heer Jasper Paesen.

Daarnaast wil ik mijn familie en vrienden bedanken voor hun onvoorwaardelijke steun en begrip tijdens deze periode. Hun aanmoedigingen en geloof in mijn capaciteiten hebben mij de motivatie gegeven om door te zetten, zelfs in de moeilijkste momenten.

Het is mijn hoop dat deze masterproef niet alleen een weerspiegeling is van de kennis die ik tijdens mijn studie heb opgedaan, maar ook een inspiratie kan zijn voor anderen die zich willen verdiepen in dit fascinerende en steeds relevantere vakgebied.

Arno Vaes

Diepenbeek, augustus 2024

Samenvatting

Tegenwoordig zijn logistieke ketens (*supply chains*) zeer uitgebreid en complex. Dat zorgt ervoor dat er altijd enige vorm van kwetsbaarheid aanwezig is binnen ondernemingen, aangezien deze ketens snel verstoord kunnen raken. Voorbeelden van verstoringen zijn: oorlogen, epidemieën en natuurrampen. Bedrijven die met verstoringen geconfronteerd worden, zullen zoeken naar oplossingen die ervoor zorgen dat ze in het vervolg hun logistieke ketens veerkrachtiger en wendbaarder kunnen maken. Hierdoor wordt *Supply Chain Resilience* gecreëerd, wat ervoor zorgt dat er in de toekomst minder negatieve invloed zal zijn op de werking van de goederenflows.

De centrale onderzoeksvraag van deze masterproef luidt: **Hoe wordt en blijft een waardeketen wendbaar in onzekere tijden?** In de eerste deelvraag van dit onderzoek is er onderzocht wat de wendbaarheid van een logistieke keten, oftewel *Supply Chain Resilience* (SCR), inhoudt. Daarnaast zijn verschillende gevaren voor logistieke ketens benoemd en hun uiteenlopende gevolgen uitgediept. Dat alles gebeurde met als doel om de eigenschappen van een sterke en resistente te identificeren en te benoemen. Tot slot bevat de thesis ook een onderdeel waarin de link tussen duurzaamheid en SCR aan bod komt.

De methodologische aanpak in de masterproef omvat een diepgaande literatuurstudie om de onderzoeksvraag en deelvragen te beantwoorden. De literatuur werd systematisch verzameld en geanalyseerd door gebruik te maken van specifieke zoektermen in wetenschappelijke databases zoals Google Scholar en universitaire bibliotheken. Hierbij werd gefilterd op recente publicaties (voornamelijk de afgelopen 10 jaar) die relevant zijn voor supply chain resilience. De selectiecriteria omvatten onder andere relevantie, methodologische kwaliteit, en bijdrage aan het onderzoeksveld. De gevonden literatuur werd vervolgens geëxtraheerd, geanalyseerd, en samengevoegd om een coherente analyse te bieden.

Hieronder worden de belangrijkste bevindingen uit de literatuurstudie samengevat:

Ten eerste verwijst Supply Chain Resilience naar het vermogen van een logistieke keten om zich voor te bereiden op, te reageren op en te herstellen van verstoringen terwijl het een stabiele operationele staat handhaaft. Volgens Tukamuhabwa et al. (2015) en Ponis en Koronis (2012) moet een veerkrachtige supply chain niet alleen snel kunnen terugkeren naar een stabiele toestand na een verstoring, maar ook nieuwe kansen kunnen benutten die voortkomen uit die verstoring. Dit vereist niet alleen reactief herstel, maar ook proactieve planning en herstructurering, met een sterke nadruk op kosteneffectiviteit en het ontwikkelen van nieuwe vaardigheden en capaciteiten. Wieland en Durach (2021) voegen hieraan toe dat veerkracht zowel technische als sociaalecologische componenten omvat, waarbij bedrijven moeten vernieuwen en reorganiseren om zich aan te passen aan voortdurend veranderende omstandigheden.

Verstoringen, ook wel "*disruptions*" genoemd, kunnen bovendien voortkomen uit diverse oorzaken zoals natuurrampen, geopolitieke conflicten, cyberaanvallen, en operationele fouten. Craighead et al. (2007) categoriseren deze verstoringen op basis van hun frequentie en impact, terwijl Christopher en Lee (2004) de onzekerheid en complexiteit benadrukken die met verstoringen gepaard gaan. Het Just-in-Time (JIT) systeem, dat bedrijven afhankelijk maakt van minimale voorraden, verhoogt het

risico op stilstand als er onverwachte vertragingen optreden. Kleindorfer en Saad (2005) wijzen op de risico's van operationele keuzes, zoals *lean logistics*, die efficiëntie verhogen maar ook de veerkracht van de keten verminderen in tijden van verstoring.

Verder vereist het creëren van een veerkrachtige toeleveringsketen verschillende strategieën, zoals redundantie, multi-sourcing, en scenarioplanning. Kamalahmadi et al. (2022) en Abdi et al. (2024) leggen nadruk op het belang van redundantie door het aanhouden van meerdere leveranciers en alternatieve productiecentra, wat het risico op verstoringen vermindert. Namdar et al. (2018) en Heese (2015) voegen hieraan toe dat multi-sourcing, waarbij meerdere leveranciers voor dezelfde producten worden gebruikt, de afhankelijkheid van één enkele bron vermindert en zo de veerkracht vergroot. Phadnis en Darkow (2021) vermelden daarnaast het belang van scenarioplanning, waarmee bedrijven zich kunnen voorbereiden op verschillende mogelijke toekomstige verstoringen.

Zo werd aan de hand van de informatie die hieromtrent werd verzameld, een figuur opgemaakt die kan gebruikt worden bij het samenstellen van een veerkrachtige supply chain.

De volgende bevinding stelt dat duurzaamheid en veerkracht nauw met elkaar verbonden zijn binnen logistieke ketens. Gupta en Palsule-Desai (2011) en Carter en Rogers (2008) stellen dat duurzame praktijken, zoals het gebruik van hernieuwbare energiebronnen en het minimaliseren van afval, de veerkracht van supply chains versterken. Dit komt doordat deze praktijken de afhankelijkheid van schaarse en onbetrouwbare bronnen verminderen, wat bijdraagt aan verbeterd risicobeheer en kostenbesparingen op de lange termijn. Jabbarzadeh et al. (2016) voegen daaraan toe dat duurzaamheid ook bijdraagt aan de flexibiliteit van de supply chain, waardoor bedrijven sneller kunnen reageren op veranderingen in de markt of regelgeving.

Toch brengt het implementeren van duurzaamheid ook compromissen met zich mee. Gold et al. (2010) en Mehrjerdi en Shafiee (2021) verwijzen naar de hoge initiële investeringen en verhoogde complexiteit als belangrijke uitdagingen. Het toepassen van duurzame praktijken kan de operationele processen ingewikkelder maken, wat leidt tot extra kosten en administratieve lasten. Deze compromissen moeten zorgvuldig worden afgewogen tegen de voordelen die duurzaamheid biedt voor het bedrijf, zoals verbeterde veerkracht en concurrentievoordeel op de lange termijn.

Tot slot kunnen trainingen een hulpmiddel vormen om de kennis en vaardigheden van supply chain managers te verbeteren, zodat ze beter voorbereid zijn op het omgaan met verstoringen. Phadnis en Darkow (2021) en Thomas en Chermack (2019) benadrukken het belang van scholing en training in het ontwikkelen van veerkrachtige supply chains. Door middel van simulaties en "*serious games*" leren managers hoe ze snel en effectief kunnen reageren op crises, wat nodig is voor het behoud van operationele continuïteit. Bovendien benadrukken Tatham et al. (2017) en Knemeyer et al. (2009) dat continue training nuttig is om het probleemoplossend vermogen en de besluitvaardigheid van teams te verbeteren, wat van belang is in een complexe en dynamische omgeving.

Naast deze constatering kent de thesis enkele kritische beschouwingen die van invloed zijn op de interpretatie en toepassing van de bevindingen. Ten eerste is de afhankelijkheid van secundaire data uit bestaande literatuur een beperking, omdat de conclusies gebaseerd zijn op de interpretatie van eerder onderzoek. Dit kan leiden tot een beperkt perspectief dat niet volledig de nieuwste

ontwikkelingen in het veld weerspiegelt. Daarnaast kan het ontbreken van primaire data, zoals empirisch onderzoek of case studies, de generaliseerbaarheid van de bevindingen beperken.

Praktisch gezien kunnen de geïdentificeerde strategieën voor het verbeteren van supply chain resilience uitdagingen met zich meebrengen in termen van implementatiekosten en operationele complexiteit. Hoewel de literatuur effectieve methoden aandraagt, vereisen deze vaak significante investeringen en organisatorische veranderingen die niet voor alle bedrijven haalbaar zijn. Bovendien kan de focus op duurzaamheid als onderdeel van veerkracht resulteren in compromissen, zoals hogere initiële kosten en verhoogde complexiteit, wat bedrijven kan ontmoedigen om deze strategieën volledig te implementeren.

Als laatste kunnen de bevindingen cultureel of industrieel gebonden zijn, waardoor de toepasbaarheid ervan in andere contexten beperkt kan zijn. Dit benadrukt de noodzaak voor verder onderzoek en aangepaste benaderingen in verschillende sectoren.

Inhoud

Woord vooraf	1
Samenvatting	3
Figuren	8
1. Onderzoeksplan	9
1.1. Praktijkprobleem	9
2. Probleemstelling.....	13
3. Methodologie	15
3.1. Literatuurstudie	15
3.2. Proces van literatuurselectie.....	16
4. Literatuurstudie	19
4.1. Wat is Supply Chain Resilience?.....	19
4.1.1. Introductie	19
4.1.2. Definities vergelijken	19
4.1.3. Samenstellen van een nieuwe definitie.....	20
4.2. Wat zijn de verstoringen van een supply chain?.....	23
4.2.1. Introductie	23
4.2.2. Soorten verstoringen	23
4.2.3. Samenvattende figuur	25
4.2.4. Conclusie van de literatuur	25
4.2.5. Overzicht van de gebruikte literatuur	26
4.3. Hoe maak je een toeleveringsketen veerkrachtig?.....	27
4.3.1. Inleiding	27
4.3.2. Overtolligheden of redundanties.....	27
4.3.3. Verwerk onzekerheid in tactische plannen	28
4.3.4. Aandacht voor zwakke signalen	29
4.3.5. Technieken om de supply chain structureel sterker te maken	30
4.3.6. Processen en middelen om het beslissingsproces te versnellen	32
4.3.7. Probleemoplossend vermogen.....	33
4.3.8. Samenvattende figuur	35
4.3.9. Conclusie van de literatuur	36
4.3.10. Overzicht van de gebruikte literatuur	37

4.4.	Wat is het verband tussen duurzaamheid en veerkracht in supply chains?	39
4.4.1.	Definitie van duurzaamheid binnen de logistiek.....	39
4.4.2.	Integratie van duurzaamheid in veerkrachtige en wendbare logistieke ketens	39
4.4.3.	Nadelen en compromissen in verband met duurzaamheid.....	41
4.4.4.	Corporate Social Responsibility	42
4.4.5.	Conclusie van de literatuur	44
4.4.6.	Overzicht van de gebruikte literatuur	46
4.5.	Waarom is er nood aan training over veerkrachtigheid in logistieke ketens?	47
4.5.1.	Inleiding	47
4.5.2.	Nood aan veerkracht	47
4.5.3.	Serious games	47
4.5.4.	Conclusie van de literatuur	48
4.5.5.	Overzicht van de gebruikte literatuur	49
5.	Conclusie en beperkingen.....	51
5.1.	Conclusie.....	51
5.2.	Beperkingen	52
6.	Literatuurlijst.....	53

Figuren

Figuur 1: Impact van een verstoring op en de terugkeer naar een steady state van een logistieke keten (Li et al., 2017)	19
Figuur 2: Mogelijke oorzaken van verstoringen.....	25
Figuur 3: Implementatie van verschillende scenario's bij het maken van logistieke beslissingen (Joglekar & Phadnis, 2020).....	28
Figuur 4: Proces om een veerkrachtige logistieke keten te bekomen	35
Figuur 5: Het verband tussen CSR, duurzaamheid en veerkracht.....	44

1. Onderzoeksplan

1.1. Praktijkprobleem

Tegenwoordig gebeuren er heel wat onverwachte gebeurtenissen in ons dagelijkse leven. Deze gaan van overzeese oorlogen en terroristische aanvallen tot pandemieën. Voor de burgers van bepaalde landen kan dit tot oncomfortabele leefomstandigheden leiden en kan het dagelijkse leven drastisch veranderen.

Niet alleen mensen hebben last van deze verstoringen, maar ook bedrijven ervaren de gevolgen. Een van de uitdagingen is het lopende houden van de toeleveringsketens in bedrijven (Tukamuhabwa et al., 2015). Zonder grondstoffen en werkmiddelen kan een bedrijf haar activiteiten immers niet uitvoeren. Tijdens de Covid-19 pandemie was dit een belangrijke uitdaging. Bedrijven die veel goederen uit Oost-Aziatische landen, o.a. China, aankochten werden blootgesteld aan lange wachttijden en logistieke problemen. Het belangrijkste invoer- en uitvoerpunt in ons land, de haven van Antwerpen, draaide op een laag pitje (Timperman, 2020). Dat zorgde er ook voor dat logistieke dienstverleners in de problemen kwamen, aangezien er minder vraag was om goederen te transporteren omdat ze simpelweg niet in of uit ons land geraakten. Uiteindelijk werd ook de consument getroffen door de pandemie vermits het aanbod aan producten tijdelijk kleiner werd (Gultekin et al., 2022). Naast de moeilijkheden die Covid-19 met zich meebracht, waren er ook sectoren die op een positieve manier konden profiteren van de pandemie. Een voorbeeld daarvan is de e-commerce. Consumenten veranderden hun aankoopgewoontes door het opkomende virus en kochten zo veel meer online dan in fysieke winkels (Bhatti et al., 2020). Dit deed de consument ook beseffen dat er voordelen verbonden waren aan het online shoppen, die ze niet in een fysieke winkel konden ervaren. Zo is er online een groter aanbod beschikbaar, zijn er geen openingsuren waar men rekening mee moet houden, is het toegankelijker dan naar een fysieke winkel te gaan en zijn de prijzen over het algemeen lager (Susmitha, 2021).

Een ander voorbeeld is de oorlog tussen Rusland en Oekraïne. De haven van Marioepol in Oekraïne staat bekend voor haar export in semi-afgewerkte staalproducten, maar kent sinds het begin van de oorlog een enorme daling in de export van staal richting Europa (Caramuta et al., 2023). De levering van deze producten gebeurde voornamelijk via kleinere schepen die met een hoge frequentie rechtstreeks naar verschillende havens in Europa vaarden. Wegens de verlaging in export moesten er grotere schepen met een hogere capaciteit ingeschakeld worden, maar deze moesten van verder komen en leverden minder frequent (Caramuta et al., 2023). Hierdoor moesten heel wat Europese bedrijven naar alternatieve levermethoden zoeken om toch aan de staalproducten te geraken. Er werd voornamelijk gebruikgemaakt van meer vrachtwagen- en treintransport om aan hun vraag te voldoen, maar dit bracht extra kosten met zich mee (Caramuta et al., 2023).

Deze verstoringen vormen een bedreiging voor de meeste waardeketens (Katsaliaki et al., 2022). In de logistieke sector worden deze ook wel *Supply Chain Disruptions* genoemd, aangezien deze de dagelijkse werking van een bepaald bedrijf erg kunnen ontregelen (Katsaliaki et al., 2022). Een ontregeling van de keten houdt in dat een bedrijf niet optimaal haar activiteiten kan uitvoeren en dit kostelijke gevolgen kan hebben (Craighead et al., 2007). Het is mogelijk dat het bedrijf tijdelijk haar activiteiten moet stilleggen waardoor grondstoffen langer in voorraad liggen en de stockagekosten

stijgen. Daarnaast kunnen er dan ook geen nieuwe producten geproduceerd worden waardoor mogelijke omzet verloren gaat. Dit geldt ook voor bedrijven die diensten leveren en door bepaalde interne of externe verstoringen niet kunnen opereren (Wu et al., 2007).

De voorbeelden hierboven zijn maar enkele mogelijke oorzaken die tot een verstoring kunnen leiden. Het artikel van Rick LaGore, CEO van InTek Freight & Logistics Inc, haalt aan dat *Supply Chain Disruptions* eveneens andere oorzaken kennen die niet altijd even zichtbaar zijn als bovenstaande problematieken (LaGore, 2023). Verder zijn er ook meerdere wetenschappelijke artikels die deze oorzaken bevestigen en aanhalen als mogelijke risico's voor het verstoren van een logistieke keten (Tang, 2006), (Snyder et al., 2016), (Stecke & Kumar, 2009):

1. Globalisering

Globalisering is een wereldwijd, niet tegen te houden fenomeen dat er voor zorgt dat ondernemingen over heel de wereld met elkaar in contact komen te staan en samenwerkingen aangaan (Ma et al., 2014). Hierbij komt wel kijken dat supply chains alsmaar maar complexer worden en er een grote afhankelijkheid kan ontstaan van een leverancier die zich niet bij de deur bevindt (Vidrova, 2020). Deze veelgebruikte tactiek van bedrijven heet *offshoring*. Vaak is het voor organisaties goedkoper om in het buitenland, met name vooral in het Oosten, te gaan produceren of bepaalde diensten te laten uitvoeren. Toch wil dat niet met zekerheid betekenen dat deze praktijken dezelfde normen volgen als in het thuisland van het bedrijf. Er kunnen problemen met de kwaliteit van de productie of diensten optreden en werkomstandigheden zijn vaak minder goed dan in het Westen (Matloff, 2005). Volgens het artikel van LaGore is het evenzeer mogelijk dat er zich een verstoring voordoet in een bepaald deel van de wereld en dat dit zich dan verspreidt naar een ander werelddeel, wat in een mum van tijd catastrofale problemen kan veroorzaken voor verschillende waardeketens.

2. Just-in-Time Inventory of JIT

Een populaire methode om voorraadkosten zo laag mogelijk te houden, is het gebruiken van een *Just-in-Time Inventory* (El Dabee & Hokoma, 2012). Deze methode houdt in dat een bedrijf een beperkte hoeveelheid goederen zal aanhouden in haar voorraad. Dat wordt gedaan om de kosten voor een grotere opslagplaats te vermijden, minder grote bestellingen te plaatsen en om een teveel aan goederen te vermijden om zo ook onnodige verspilling tegen te gaan (El Dabee & Hokoma, 2012). Het grote nadeel aan deze voorraadmethode is dat bedrijven enorm afhankelijk worden van de leveringen van hun leveranciers die zich vaak niet dichtbij bevinden. Indien een levering onverwacht toch niet kan plaatsvinden, kunnen er makkelijk voorraadtekorten kunnen ontstaan (Snyder et al., 2016). Dat kan verstoringen teweegbrengen in de hele supply chain van het bedrijf. Het is dan ook aangeraden om nauw contact te hebben met leveranciers en goed te kunnen voorspellen wanneer er een levering moet plaatsvinden, ook in tijden van onzekerheid (LaGore, 2023). Door het ontstaan van onverwachte gebeurtenissen maken vele bedrijven sinds enkele jaren de keuze om toch dicht bij huis hun producten op te slaan. *Nearshoring* kende dan ook een acceleratie na de Covid-19 pandemie toen bedrijven geen toegang meer hadden tot hun goederen die ver weg werden gestockeerd. Lead times werden langer en voorraden bij huis daalden tot kritieke niveaus, waardoor heel wat ondernemingen met onzekerheid moesten handelen. Om dit in de toekomst te vermijden, slaan bedrijven hun goederen op in magazijnen die dichterbij zijn. Hierdoor

worden langdurige transporten vermeden en daalt de kost van het transport ook. Dit in combinatie met kortere lead times kan bijdragen tot een hogere efficiëntie en meer zekerheid in tijden van nood (Van Hassel et al., 2022).

3. Natuurrampen

De mogelijkheid bestaat dat gebieden die belangrijk zijn voor het ontginnen van grondstoffen, het maken van producten of voor de distributie van goederen hinder ondervinden van natuurrampen (Tang, 2006). Er is altijd een kans dat een orkaan, overstroming of aardbeving plaatsvindt op één van deze gebieden en dat belangrijke infrastructuur beschadigd wordt. Dat kan leiden tot vertragingen en ongewenste opstoppen in de supply chain (LaGore, 2023). In de voedselsector zou dit bijvoorbeeld kunnen betekenen dat bepaalde ingrediënten of producten gaan vervallen en uiteindelijk niet meer bruikbaar zijn in de waardeketen (Reddy et al., 2016). Tegenwoordig gebeuren zulke natuurfenomenen ook steeds vaker en kunnen ze moeilijk ver op voorhand voorspeld worden.

4. Politieke instabiliteit

Wat ook een grote rol speelt in het operationeel houden van een waardeketen, is de politieke situatie van een land (LaGore, 2023). Wanneer de politieke situatie van een land instabiel wordt kunnen er verschillende zaken gebeuren. Grenzen kunnen sluiten, bepaalde handelsovereenkomsten stoppen en de situatie kan escaleren tot een oorlog (Stecke & Kumar, 2009). De oorlog tussen Palestina en Israël is hier een voorbeeld van. Eerder onderzoek in Palestina heeft immers uitgewezen dat politieke conflicten en de instabiliteit die daardoor veroorzaakt wordt een negatief effect hebben op het duurzaam opbouwen van een toeleveringsketen (Jadallah & Bhatti, 2020).

5. Arbeidsproblemen

Daarnaast kan een supply chain ook niet bestaan zonder de nodige arbeid die moet geleverd worden (Nagurney, 2021). Wanneer vakbonden in overleg zijn met bedrijven kunnen er stakingen ontstaan die de arbeid stilleggen. Deze stakingen zorgen er voor dat producten niet afgewerkt worden, waardoor ze niet naar een volgende stap in de waardeketen kunnen gaan. Daarom voorzien Supply Chain Managers best noodplannen waarin ze kiezen voor toeleveranciers die geen last hebben van arbeidsproblemen of vermijden ze best regio's waarin de staking zich voordoet (LaGore, 2023).

6. Cyberaanvallen

Tegenwoordig gebruiken de meeste Supply Chain Managers allerlei verschillende digitale systemen die toegang tot het internet hebben om supply chains zo vlot mogelijk te laten werken. Door het gebruik van deze systemen hebben ook heel wat bedrijven hun winst en competitiviteit kunnen verhogen (Menon & Shah, 2019). Toch is een te groot vertrouwen hebben in deze systemen niet goed, aangezien een niet goed beveiligd systeem een makkelijke prooi is voor een cyberaanval. Een cyberaanval kan de supply chain op verschillende manieren in gevaar brengen en zorgen voor ontregelingen. Dat is zeker het geval wanneer de informatiesystemen over veel en belangrijke data beschikken die mogelijks schadelijk kan zijn in geval dat die gelekt wordt naar de buitenwereld (LaGore, 2023).

7. Investerings

Een ander aspect is de mate waarin er geïnvesteerd wordt in een toeleveringsketen. Een supply chain waar onvoldoende middelen voorzien zijn voor infrastructuur en technologie zal onmiddellijk achterlopen op concurrentie die wel investeert op deze vlakken (LaGore, 2023). Het is dus verstandig om gelijkmatig en vooral voldoende te investeren in een supply chain, indien je wilt vermijden dat deze makkelijk ontregeld of verstoord kan worden (Prasad & Tata, 2000).

Al deze oorzaken maken dus duidelijk dat geen enkele toeleveringsketen perfect is. Er kan namelijk altijd wel een onverwachte gebeurtenis plaatsvinden die voor wat ontregeling in de supply chain zorgt. In deze masterproef zal de grote nadruk dan overigens liggen op hoe een supply chain zo wendbaar mogelijk kan zijn tijdens onzekere tijden.

Daarnaast zal deze masterproef ook een educatieve insteek hebben. Om een supply chain wendbaar te maken, moeten supply chain managers over de juiste kennis beschikken om dit in de praktijk te kunnen realiseren. Niet alleen degenen die reeds op de arbeidsmarkt zijn hebben nood aan deze kennis. Ook studenten kunnen baat hebben bij het leren over supply chain resilience in een maatschappij waarin oorlog, natuurrampen en pandemieën elk moment kunnen losbarsten. Hoe meer mensen op de hoogte zijn van dit onderwerp, hoe meer er naar mogelijke oplossingen kan gezocht worden en hoe sneller wendbare logistieke ketens zullen ontstaan.

Om dit te kunnen realiseren zal een deel van de literatuurstudie dieper ingaan op trainingen omtrent supply chain resilience.

2. Probleemstelling

De hierboven aangehaalde voorbeelden tonen aan dat een logistieke keten gevoelig is aan verstoringen. Er is reeds heel wat onderzoek gevoerd naar het bekomen van een wendbare en veerkrachtige keten die bestand is tegen verstoringen, maar hoe kan dit effectief in de praktijk omgezet worden? Het doel van dit onderzoek zal zijn om daarop een antwoord te vinden en zo luidt de centrale onderzoeksvraag:

Hoe wordt en blijft een waardeketen wendbaar in onzekere tijden?

Om op deze centrale onderzoeksvraag een degelijk antwoord te kunnen bieden, zijn er ook enkele deelvragen opgesteld. Deze zijn nodig om belangrijke begrippen te definiëren en te plaatsen binnen het onderzoek.

De eerste deelvraag zal het begrip *Supply Chain Resilience* oftewel de veerkrachtigheid van een waardeketen onderzoeken. Daarom werd de eerste deelvraag geformuleerd als volgt:

1. Wat is Supply Chain Resilience?

Vervolgens is het logisch om te bestuderen wat een logistieke keten kan verstoren, zodat onderzocht kan worden hoe de verstoring verholpen kan worden. Ook de gevolgen van deze verstoringen moeten in kaart gebracht worden. Indien de keten uiteindelijk opgewassen is tegen een bepaalde verstoring, dan zal de invloed van deze verstoring in het vervolg geminimaliseerd worden. Vandaar de volgende deelvraag:

2. Wat zijn verstoringen en hun mogelijke gevolgen voor de supply chain?

Nadat beide begrippen uit de vorige deelvragen gedefinieerd en bestudeerd zijn, is er genoeg kennis verzameld om te onderzoeken hoe de factoren die een keten kwetsbaar maken, kunnen vermeden of hun invloed verminderd kan worden:

3. Hoe maak je een toeleveringsketen veerkrachtig?

Naast het onderzoeken van welke elementen een veerkrachtige supply chain moet bezitten, zal er ook de link met duurzaamheid gemaakt worden. In dit deel wordt aangehaald wat duurzaamheid betekent in de logistiek, waarom het van belang is om duurzaamheid te verwerken in wendbare of veerkrachtige logistieke ketens en op welke vlakken duurzaam handelen ook nadelen met zich kan meebrengen:

4. Wat is het verband tussen duurzaamheid en veerkracht in supply chains?

Bovendien zal ook de link gelegd worden tussen het veerkrachtig maken van een keten en het verspreiden van kennis over veerkrachtigheid in logistieke ketens. Zo moet er verklaard worden waarom het van belang is dat de kennis omtrent veerkrachtigheid aangehaald wordt bij bedrijven van alle groottes en op welke manier dit kan gebeuren:

5. Waarom is er nood aan training over veerkrachtigheid in logistieke ketens?

3. Methodologie

Om te garanderen dat bovenstaande centrale onderzoeksvraag op een kwaliteitsvolle manier beantwoord wordt, zal in deze thesis een diepgaande literatuurstudie uitgevoerd worden die de verschillende aspecten omtrent veerkrachtigheid in logistieke ketens zal behandelen.

3.1. Literatuurstudie

De bedoeling van de literatuurstudie is om bestaande informatie en theorieën uit andere papers te verzamelen. Deze reeds onderzochte data zal dan gebruikt worden om een antwoord te formuleren op de deelvragen en dus ook indirect op de centrale onderzoeksvraag. Opvallende inzichten van verschillende auteurs, zullen aangehaald en vergeleken worden met elkaar per deelvraag.

3.1.1. Zoektermen

Om relevante literatuur te vinden, zullen verschillende zoektermen en combinaties daarvan worden gebruikt. Deze zoektermen worden gekozen op basis van sleutelbegrippen die verband houden met supply chain resilience en onzekerheid. Mogelijke zoektermen zijn onder andere:

Mogelijke zoektermen	
Supply chain resilience	Impact of uncertainty on supply chains
Supply chain risk management	Logistic chain responsiveness
Supply chain disruptions	Building sustainable supply chains
Supply chain uncertainty	Supply chain flexibility
Resilient supply chains	Supply chain resilience training
Crisis management in supply chains	Mitigation strategies in SCM
Supply chain strategies during uncertainty	Veerkrachtigheid in logistiek
Business continuity in supply chains	Veerkrachtige supply chains

3.1.2. Zoekstrategie

Papers die gevonden worden bij het opzoeken van bovenstaande zoektermen kunnen mogelijks bruikbaar zijn voor dit onderzoek, indien volgende stappen gevolgd worden:

1. Selectie van databases

Het zoeken naar de nodige papers om de literatuurstudie uit te voeren, zal gebeuren via verschillende zoekplatformen en databases voor wetenschappelijke artikels. Dat zal voornamelijk via Google Scholar, de online bibliotheek van de UHasselt en de online bibliotheken van andere universiteiten gebeuren. Wanneer er via deze kanalen geen resultaten gevonden worden, dan kunnen andere wetenschappelijke zoekmachines zoals Web of Science en Scopus gebruikt worden.

2. Leeftijdscriteria

Om recente ontwikkelingen en inzichten te garanderen, zal de zoekopdracht voornamelijk gericht zijn op literatuur gepubliceerd in de afgelopen 10 jaar.

3. Gebruik van Booleaanse operatoren

De zoekresultaten uit de verschillende databases en zoekmachines zullen worden verfijnd aan de hand van Booleaanse operatoren, zoals AND, OR en NOT. Enkele voorbeelden hiervan zijn:

- ("supply chain resilience" AND "uncertainty")
- ("supply chain" AND "risk management" OR "disruptions")
- ("veerkracht" AND "supply chain" NOT "duurzaamheid")

4. Filteren op het type van publicatie

Alleen peer-reviewed artikelen, papers, boeken en hoofdstukken uit boeken zullen worden opgenomen. Literatuur zoals rapporten van bedrijven kunnen ook worden overwogen indien ze relevante informatie bevatten.

3.1.3. *Inclusiecriteria voor literatuur*

De volgende criteria worden gebruikt om te bepalen welke literatuur geschikt is om te gebruiken in dit onderzoek:

- **Relevantie:** Artikelen moeten direct relevant zijn voor de onderzoeksvraag met een duidelijke focus op supply chain resilience, verstoringen en wendbaarheid of veerkracht.
- **Kwaliteit:** Artikelen moeten methodologisch solide zijn met duidelijke onderzoeksplan en analyses.
- **Auteurs:** Voorkeur voor publicaties van gerenommeerde auteurs en publicaties in hoog aangeschreven wetenschappelijke tijdschriften.
- **Bijdrage aan kennis:** Artikelen die een significante bijdrage leveren aan het begrip van strategieën en methoden om wendbaarheid en veerkracht in logistieke ketens te bevorderen.

3.1.4. *Exclusiecriteria voor literatuur*

Onderstaande criteria geven aan welke academische publicaties niet geschikt zijn om informatie uit te halen:

- **Irrelevantie:** Artikelen die niet direct verband houden met de hoofdthema's zoals supply chain resilience en onzekerheid.
- **Taal:** Artikels die niet in het Engels of Nederlands zijn gepubliceerd, tenzij er vertalingen beschikbaar zijn.
- **Methodologische gebreken:** Artikelen met ernstige methodologische tekortkomingen of onduidelijke onderzoeksresultaten.
- **Oudere publicaties:** Artikelen ouder dan 10 jaar, tenzij ze worden beschouwd als klassiekers in het veld.

3.2. *Proces van literatuurselectie*

1. De eerste zoekopdracht: De verschillende zoektermen worden ingegeven in de geselecteerde databases met behulp van de geïdentificeerde strategieën.
2. Globaal lezen: de titels en abstracts van de gevonden artikelen worden gescreend om een eerste selectie van potentieel relevante studies te maken.

3. Lezen van de gehele paper: De volledige teksten van de geselecteerde artikelen worden gelezen om hun relevantie en kwaliteit verder te beoordelen.
4. Data extractie: Relevante informatie zoals theoretische kaders, onderzoeksresultaten, en aanbevolen strategieën voor het verbeteren van veerkracht worden geëxtraheerd.
5. Synthese van bevindingen: De bevindingen van de geselecteerde studies worden zorgvuldig samengevoegd om een samenhangend overzicht te bieden van de huidige stand van kennis op het gebied van supply chain resilience in tijden van onzekerheid.

Uit de inleiding, conclusie en literatuuroverzichten van gevonden papers via bovenstaande methode kunnen ook nieuwe wetenschappelijke artikels gevonden worden die een bepaalde meerwaarde kunnen toevoegen aan de literatuurstudie. Deze worden dan ook gecheckt via het bovenstaande proces, wat zich constant herhaalt.

4. Literatuurstudie

4.1. Wat is Supply Chain Resilience?

4.1.1. Introductie

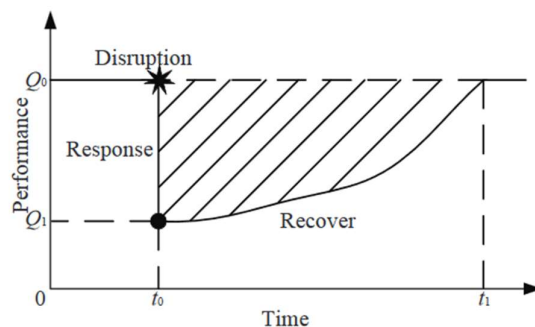
Voor het verdere verloop van deze thesis is het belangrijk om te weten te komen wat Supply Chain Resilience is en hoe het kan bekomen worden. In een wereld waarin de omgeving van bedrijven constant verandert, maar er ook binnen een bedrijf heel wat plotse veranderingen kunnen zijn, moet het bedrijf opgewassen zijn tegen deze plotse gebeurtenissen. De bedoeling van dit stuk in de literatuurstudie is om het begrip te verduidelijken aan de hand van verschillende, reeds bestaande definities om zo een eigen definitie samen te stellen die alle belangrijke kenmerken van het begrip omarmt. Deze definitie zal dan gelden elke keer wanneer het begrip gebruikt wordt in deze thesis.

4.1.2. Definities vergelijken

Het is niet eenvoudig om één definitie te vinden die het best aansluit bij het begrip supply chain resilience. In verschillende definities worden immers verschillende aspecten van het begrip aangehaald, aangezien de auteurs van de papers het begrip niet altijd in dezelfde context gebruiken. Het is daarom van belang om verschillende definities met elkaar te vergelijken en de meest voorkomende karakteristieken samen te voegen in één definitie die gebruikt zal worden in het vervolg van deze paper.

De eerste paper van Ribeiro and Barbosa-Povoa (2018) haalt aan dat een veerkrachtige supply chain in staat moet zijn om zich voor te bereiden, te reageren en te herstellen van verstoringen en daarna een positieve "steady state" te handhaven binnen aanvaardbare tijd. De nadruk ligt hier op het anticiperen van verstoringen en deze via een goed georganiseerd proces te verhelpen uit de toeleveringsketen waarna een stabiele en veerkrachtige keten bekomen wordt.

Deze figuur laat zien hoe een toeleveringsketen, na het ondervinden van enige hinder door bepaalde verstoringen, terug kan treden naar een steady state waarin deze verstoringen zijn weggewerkt:



Figuur 1: Impact van een verstoring op en de terugkeer naar een steady state van een logistieke keten (Li et al., 2017)

Daarnaast gaan sommige definities hier nog een stap verder. Niet alleen het opnieuw bekomen van een wendbare keten, maar daarbovenop ook het verkrijgen van een competitief voordeel op concurrenten behoort tot de definitie gebruikt door Ponis and Koronis (2012). Volgens hen is het

opnieuw opbouwen van de logistieke keten een kans om nieuwe opportuniteiten te ontdekken en deze te integreren in de vernieuwde keten. Om deze nieuwe kansen volledig te benutten worden nieuwe capaciteiten en vaardigheden ontwikkeld door het bedrijf waardoor de concurrentie zal achterlopen. In deze paper wordt supply chain resilience dan ook gezien als het vermogen om het supply chain netwerk proactief te plannen en te ontwerpen om te kunnen anticiperen op onverwachte versturende gebeurtenissen, maar ook om adaptief te reageren op verstoringen. Daar wordt aan toegevoegd dat de controle over structuur en functie behouden wordt en na de gebeurtenis een robuuste staat van operaties te bekomen, indien mogelijk, gunstiger dan die voorafgaand aan de gebeurtenis en zo concurrentievoordeel te behalen.

Volgens Wieland and Durach (2021) bestaan er twee perspectieven waarin supply chain resilience zich kan bevinden. Deze verschillen in de manier waarop men de *steady state of baseline* voor de optimale werking van de toeleveringsketen definieert. Het eerste perspectief genaamd *engineering resilience* of technische weerbaarheid zegt dat er maar één steady state is waar opnieuw naartoe moet gewerkt worden indien de keten verstoord raakt. Een maatstaf voor de efficiëntie waarmee dit gebeurt is de terugkeertijd naar de oorspronkelijke toestand van de keten, indien dit de optimale steady state is van de supply chain. Het andere perspectief dat in de paper wordt aangehaald is *social-ecological resilience* waarmee verwezen wordt naar het feit dat de organisatie zich bevindt in een netwerk van sociale en ecologische systemen waarmee rekening moet gehouden worden. Dit betekent dat het bedrijf niet zomaar naar een bepaalde steady state kan toewerken, aangezien omstandigheden rond het bedrijf constant veranderen. Dat zorgt ervoor dat een bedrijf moet vernieuwen, reorganiseren, ontwikkelen en geneigd moet zijn om te experimenteren om de supply chain opnieuw optimaal te doen werken. Dit betekent dat een steady state niet vastligt volgens dit perspectief en dat een efficiënt werkende, optimale supply chain aan de hand van dat proces moet gedefinieerd worden. Sociaal-ecologische wendbaarheid kan gemeten worden aan de hand van de verstoring die door de supply chain geabsorbeerd kan worden alvorens de structuur van de keten moet worden aangepast.

Een ander aspect wat niet in alle definities van supply chain resilience wordt verwerkt is kosteneffectiviteit. In de paper van Tukamuhabwa et al. (2015) wordt weergegeven dat veerkrachtige toeleveringsketens niet noodzakelijk die met de laagste kosten zijn, maar dat verstoringen in de supply chain wel kosteneffectief moeten worden geminimaliseerd. De paper pleit ervoor dat het creëren van supply chain resilience compatibel moet zijn met andere kostverlagende praktijken die reeds in het bedrijf gebruikt worden. Om die reden zou het uitsluiten van kosteneffectiviteit in de definitie van supply chain resilience een vertekend beeld geven, aangezien niet elk bedrijf van plan is om zonder budget verstoringen uit de toeleveringsketen te krijgen. Daaruit volgt de volgende definitie voor de veerkrachtigheid van een logistieke keten: "*Het aanpassingsvermogen van een toeleveringsketen om zich voor te bereiden op en/of te reageren op verstoringen, om tijdig en kosteneffectief te herstellen en zo te evolueren naar een toestand van activiteiten na de verstoring die idealiter een betere toestand is dan vóór de verstoring.*"

4.1.3. Samenstellen van een nieuwe definitie

Na het vergelijken van de verschillende bovenstaande definities blijken er heel wat overeenkomsten te zijn, maar ook unieke elementen die een grote rol spelen zijn naar boven gekomen. Vertrekkende

uit wat gemeenschappelijk is kan er zo een definitie opgesteld worden die vervuld wordt door de specifieke kenmerken die niet in elke definitie terugkwamen. Begrippen zoals kosteneffectiviteit, competitief voordeel en nieuwe vaardigheden of capaciteiten ontwikkelen zijn essentieel in hedendaagse netwerken van ondernemingen die samen met elkaar in verband staan. Met dit in gedachten kan volgende definitie samengesteld worden:

Supply chain resilience is het vermogen waarmee een onderneming in staat is om zich proactief voor te bereiden op eventuele verstoringen en indien deze plaatsvinden, ze efficiënt aan te pakken met een kosteneffectieve mindset. Daarnaast zorgen deze verstoringen voor situaties die de onderneming als een uitdaging moet zien waaruit heel wat nieuwe vaardigheden en capaciteiten kunnen ontwikkeld worden. Verder moet de onderneming tijdens het oplossen van de verstoringen zich vernieuwen, reorganiseren en geneigd zijn om te experimenteren om de supply chain opnieuw naar een steady state te brengen waarin de keten optimaal kan werken en zelfs een concurrentievoordeel kan bekomen.

Het begrip Supply Chain Resilience zal in het verdere verloop van deze masterproef gedefinieerd worden zoals hierboven neergeschreven staat.

4.2. Wat zijn de verstoringen van een supply chain?

4.2.1. Introductie

Geen enkele logistieke keten kan op elk moment perfect werken. Dat komt doordat verstoringen, disruptions in het Engels, de optimale werking van de keten uitsluiten en ze een gevaar vormen voor de onderneming op zowel financieel als operationeel vlak (Craighead et al., 2007). Om die reden is het aangeraden om te weten welke soorten verstoringen er zijn en hoe bedrijven zich ertegen kunnen weren. De bedoeling van deze deelvraag is om duidelijk te maken welke verstoringen zich vandaag de dag kunnen voordoen met welk risico zodat in de volgende deelvraag kan onderzocht worden hoe bedrijven zich er best tegen verweren.

4.2.2. Soorten verstoringen

De meeste papers categoriseren verstoringen in supply chains aan de hand van hoe vaak ze voorkomen of wat de kans is dat ze voorkomen. Sommige van deze verstoringen worden op bepaalde plekken in de wereld als uiterst uitzonderlijk gezien, waardoor de kans op gebeuren erg klein is, maar nooit nul (Craighead et al., 2007). Het omgekeerde geldt uiteraard ook. Wat zeker blijft is de onzekerheid die er heerst rond verstoringen in de supply chain, zeker in de wereld van vandaag (Christopher & Lee, 2004). In deze deelvraag wordt er een beeld gegeven van de meest voorkomende verstoringen of disruptions en risico's die kunnen leiden tot verstoringen die kunnen plaatsvinden bij zo goed als alle ondernemingen met een logistieke keten (Messina et al., 2020).

Verstoringen creëren risico in verschillende categorieën:

1. Problemen die ontstaan door het coördineren van vraag en aanbod en daarnaast risico dat ontstaat door verstoringen bij het uitvoeren van de dagelijkse activiteiten van de onderneming door keuzes die het bedrijf gemaakt heeft in verband met het zo efficiënt en low-cost mogelijk houden van de logistieke keten (Kleindorfer & Saad, 2005).

De eerste categorie wordt beïnvloed door voorraadtechnieken die vandaag de dag populair zijn zoals het gebruik van *lean logistics* (Christopher & Lee, 2004). Hierbij wordt geprobeerd om zoveel mogelijk verspilling tegen te gaan. Een voorbeeld hiervan is het verlagen van het aantal leveranciers waarmee een bedrijf in contact komt. Dat zorgt ervoor dat de operationele flow van het bedrijf vlotter kan verlopen, maar verhoogt wel de kans op verstoring indien er een onverwachte gebeurtenis van buitenaf plaatsvindt (Tang & Musa, 2011).

Een ander voorbeeld uit deze categorie is het aanhouden van lage voorraden zodat er minder voorraadkosten zijn. Deze voorraadtechniek heet *Just-In-Time inventory* (JIT), waarbij het bedrijf probeert om de voorraad op de voet op te volgen zodat er nooit een teveel kan zijn en de voorraad altijd voldoet aan de vraag die er op dat moment is (El Dabee & Hokoma, 2012). Daarbovenop kan JIT het produceren van goederen optimaliseren door een constante en voldoende flow aan materialen te hebben en de lead time versnellen, waardoor productiekosten verlaagd kunnen worden (Ye et al., 2022). Toch brengt dat ook het risico op een verstoring met zich mee indien de toevoer onverwacht niet meer kan voldoen aan de vraag (Bond et al., 2020). Dat komt omdat het bedrijf volledig afhankelijk is van het JIT-systeem en wanneer dit dan verstoord wordt, zijn er weinig opties meer over om te handelen (Ye et al., 2022). Het systeem is immers gebaseerd op het feit dat er met enkele

leveranciers wordt gewerkt die telkens kleinere leveringen doen en bijgevolg er een grote afhankelijkheid ontstaat op deze leveranciers (Zsidisin & Ritchie, 2008).

2. De afhankelijkheid van informatiesystemen die via het internet klanten en hun leveranciers in contact brengen.

Het internet heeft vele voordelen voor bedrijven en hun logistieke keten. Via cloud-based netwerken zijn organisaties in staat om hun informatie eenvoudig te delen met leveranciers die de gegevens nodig hebben. Het kan dus de prestaties van de onderneming verbeteren door instant real-time data te delen met externe partijen die instaan voor het aanbod aan producten voor de onderneming in kwestie (Toka et al., 2013), (Chambers, 2020). Naast de voordelen die cloud-based systemen bieden blijft er het gevaar voor cyberaanvallen. Dat komt omdat vele systemen beheerd worden door één aanbieder en indien deze gehackt wordt kan er gevoelige informatie gestolen en misbruikt worden (Bond, 2018). Enkele gevolgen hiervan zijn schade aan de reputatie van het bedrijf dat de systemen gebruikt en het verlagen van de supply chain performantie (Insights, 2014).

3. Externe verstoringen door veroorzaakt door het milieu

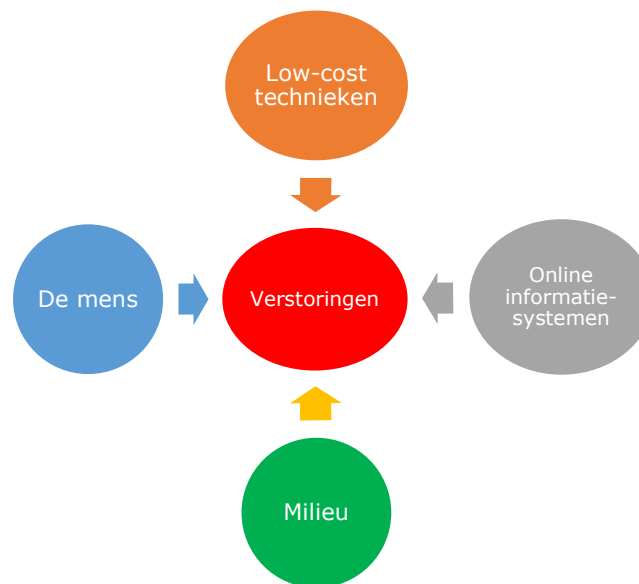
Een andere soort van verstoring is de hinder die ontstaat na het voordoen van bepaalde natuurlijke verschijnselen. In bepaalde delen van de wereld kunnen regelmatig ernstige natuurfenomenen zoals aardbevingen, overstromingen en natuurbranden voorkomen waardoor supply chains verstoord worden (Reddy et al., 2016). Door het gebruik van outsourcing naar lageloonlanden in Azië zoals China en Bangladesh kunnen moederbedrijven in het Westen hier ook de gevolgen van voelen. Dat komt omdat de regio waarin de geoutsourcete bedrijven zich bevinden regelmatig onderhevig is aan zulke natuurrampen met als gevolg een daling in het aantal goederen dat kan geproduceerd en getransporteerd worden naar Europa (ONG et al., 2015). Zeker voor bedrijven die gebruikmaken van een JIT-voorraadsysteem kan dit zwaar doorwegen indien een levering niet of niet op tijd aankomt. Zulke efficiëntie-maximaliserende technieken verhogen het niveau van afhankelijkheid van de geoutsourcete leveranciers en zorgen ervoor dat eventuele buffers die opgebouwd werden zullen verdwijnen wanneer een natuurramp zich voordoet (Ye & Abe, 2012).

4. Verstoringen veroorzaakt door de mens

Een eerste voorbeeld in deze categorie zijn terroristische aanslagen. Vooral in de Verenigde Staten, maar uiteraard ook in andere landen over heel de wereld kan dit een probleem vormen voor logistieke ketens (Stecke & Kumar, 2009). Het meest bekende voorbeeld is 9/11, waarna er grote economische gevolgen waren in de Verenigde Staten. Zo merkten fabrikanten dat de flow aan materialen die nodig is om producten te produceren, sterk daalde. Toch is dit niet het rechtstreekse gevolg van de terroristische aanslag zelf, maar van de maatregelen die de overheid op dat moment in het leven bracht om het land te beschermen. Grenzen werden gesloten, luchtverkeer werd stilgelegd en gebouwen doorheen het hele land werden geëvacueerd (Sheffi, 2001). Zelfs in België zijn er in de afgelopen jaren meerdere aanslagen gepland en uitgevoerd door verscheidene terroristische groeperingen (Bader et al., 2020). Deze brachten ook economische schade met zich mee zoals de luchthaven van Zaventem die voor een groot deel moest gerenoveerd worden in 2016.

Een actueel onderwerp dat ook onder deze categorie valt, zijn de aanvallen van de Houthis op containerschepen in de Rode Zee. Deze rebellen uit Jemen vallen containerschepen aan die mogelijk een band zouden hebben met Israël omdat ze steun willen bieden aan de slachtoffers in Palestina. Dit brengt grote verstoringen mee voor wereldwijde logistieke ketens. De schepen moeten momenteel immers rond Afrika varen alvorens ze Europa bereiken en dat duurt veel langer dan de normale route via het Suez kanaal. Dat komt omdat de Houthis zich dichtbij het Suez kanaal bevinden en daar de weg blokkeren voor de vrachtschepen. Het is dan ook geen verrassing dat lead times hierdoor langer worden waardoor vele bedrijven stockouts van bepaalde producten ervaren (Koenis, 2024).

4.2.3. Samenvattende figuur



Figuur 2: Mogelijke oorzaken van verstoringen

Deze figuur geeft weer dat de verschillende factoren uit elke categorie een werking hebben op de hoeveelheid verstoringen die er zijn. Indien er uit een bepaalde categorie een grotere hoeveelheid factoren aanwezig is, dan is de kans ook groter dat deze categorie voor meer verstoringen zal zorgen. Afhankelijk vanuit welke categorie dat een verstoring voortvloeit, zal deze verstoring maar op een bepaald aantal ondernemingen een negatieve invloed uitoefenen. Zo kan een onderneming die geen gebruikmaakt van een online informatiesysteem ook geen hinder ondervinden van een bepaalde verstoring die uit die categorie ontstaan is.

4.2.4. Conclusie van de literatuur

De bronnen leggen allemaal de nadruk op verschillende soorten verstoringen in supply chains en de bijbehorende risico's. Craighead et al. (2007) en Christopher & Lee (2004) richten zich op de algemene onzekerheid en frequentie van verstoringen. Kleindorfer & Saad (2005) en Tang & Musa (2011) benadrukken de risico's van operationele keuzes zoals *lean logistics* en *JIT*. Toka et al. (2013) en Chambers (2020) bespreken de afhankelijkheid van informatiesystemen, terwijl Bond (2018) en Insights (2014) de risico's van cyberaanvallen benadrukken. Reddy et al. (2016) en ONG (2015)

richten zich op natuurlijke verstoringen, terwijl Stecké & Kumar (2009) en Sheffi (2001) de impact van terroristische aanslagen bespreken. Koenis (2024) biedt een actueel voorbeeld van verstoringen door het aanhalen van aanvallen op containerschepen in het Suez kanaal.

Alle auteurs zijn het erover eens dat toeleveringsketens kwetsbaar zijn voor een breed scala aan verstoringen, en dat bedrijven strategieën moeten ontwikkelen om hun veerkracht te vergroten tegen deze verstoringen. De inzichten uit deze bronnen bieden een overzicht van de risico's en benadrukken het belang van voorbereiding en aanpassing aan verschillende soorten verstoringen.

4.2.5. Overzicht van de gebruikte literatuur

Onderwerp	Auteurs
Algemene onzekerheid en frequentie van verstoringen	Craighead et al. (2007); Christopher & Lee (2004)
Risico's van operationele keuzes (lean logistics, JIT)	Kleindorfer & Saad (2005); Tang & Musa (2011)
Afhankelijkheid van informatiesystemen	Toka et al. (2013); Chambers (2020)
Risico's van cyberaanvallen	Bond (2018); Insights (2014)
Natuurlijke verstoringen	Reddy et al. (2016); ONG (2015)
Impact van terroristische aanslagen	Stecké & Kumar (2009); Sheffi (2001)
Actuele voorbeelden van verstoringen	Koenis (2024)

4.3. Hoe maak je een toeleveringsketen veerkrachtig?

4.3.1. Inleiding

Na het analyseren van de verschillende soorten verstoringen die zich kunnen voordoen in een onderneming, is het ook aangewezen om te onderzoeken hoe een onderneming en haar supply chain zo veerkrachtig mogelijk kunnen worden. Veerkrachtigheid stelt de onderneming immers in staat om de impact van verstoringen te minimaliseren en zo snel mogelijk terug te keren naar een steady state waarin er opnieuw optimaal kan gewerkt worden, zoals hierboven werd aangehaald.

In dit stuk wordt onderzocht welke eigenschappen een veerkrachtige toeleveringsketen moet bezitten om zo resiliënt mogelijk te worden. Daarnaast worden deze eigenschappen gegoten in een stappenplan aan de hand van de gevonden literatuur. Later zal dit stappenplan ook deel uitmaken van een businessgame die in de praktijk zal worden gebruikt om de kennis van supply chain resilience te verhogen.

4.3.2. Overtolligheden of redundanties

Het eerste element dat veerkrachtigheid ondersteunt, is overtolligheid of redundantie. Deze begrippen verwijzen naar het Engelse *redundancy*. Redundantie in toeleveringsketens gaat verder dan enkel extra voorraad aanhouden: het omvat het creëren van een gelaagd systeem van alternatieven op verschillende niveaus. Dit kan betrekking hebben op het hebben van meerdere leveranciers voor hetzelfde product of component, het opzetten van alternatieve productielocaties of zelfs het diversifiëren van distributiekkanalen (Kamalahmadi et al., 2022). Door dergelijke redundante structuren in te bouwen, kunnen bedrijven snel handelen in het geval van verstoringen. Hierdoor kunnen ze de impact minimaliseren en de operationele flow waarborgen (Katsaliaki et al., 2022). Daarnaast biedt het hebben van meerdere leveranciers voor kritieke componenten niet alleen bescherming tegen leveringsproblemen, maar stimuleert het ook de concurrentie tussen leveranciers. Dit dwingt leveranciers om hun dienstverlening te optimaliseren, wat de volledige kwaliteit en betrouwbaarheid van de toeleveringsketen verhoogt (Abdi et al., 2024).

4.3.2.1. Multi-sourcing bij redundantie

Een kernaspect van redundantie is *multi-sourcing*, waarbij bedrijven zich niet beperken tot één leverancier, maar samenwerken met meerdere leveranciers voor vergelijkbare goederen of diensten (Namdar et al., 2018). Multi-sourcing versterkt de veerkracht van de toeleveringsketen door de risico's van afhankelijkheid van een enkele bron te verminderen. Het zorgt voor diversifiëring in locatie, operationele processen en stimuleert economische cycli, waardoor de keten beter bestand is tegen lokale en wereldwijde verstoringen (Heese, 2015). Er kan zelfs een kostenreductie bekomen worden door het vermijden van kostelijke spoedleveringen dankzij de meerdere back-up leveranciers die voorzien zijn in tijden van een verstoring (Mehrjerdi & Shafiee, 2021).

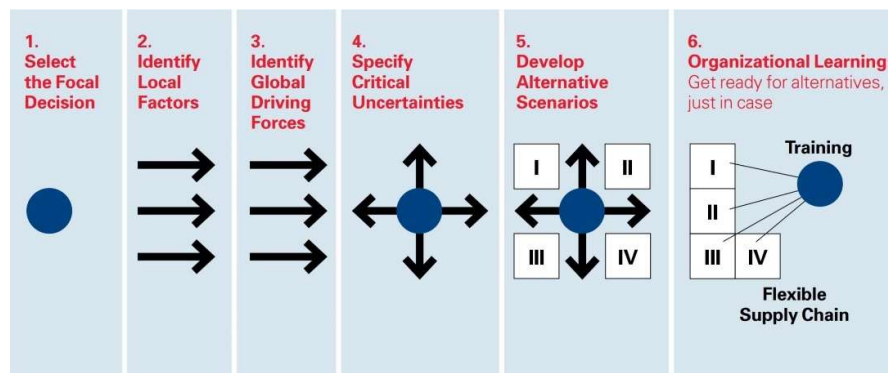
Een voorbeeld van multi-sourcing is te zien in de farmaceutische industrie, waar bedrijven samenwerken met meerdere producenten voor de productie van dezelfde medicijnen. In het geval van productieverstoringen bij één fabrikant kunnen andere producenten inspringen bij de levering, waardoor de beschikbaarheid van belangrijke medicijnen wordt gewaarborgd (Sabouhi et al., 2018).

4.3.2.2. Harmonisatie in de supply chain

Harmonisatie, binnen de context van redundantie, is essentieel om de verschillende elementen in een supply chain effectief te coördineren. Het gaat onder meer om het creëren van uniforme processen, technologische platforms en communicatiestandaarden binnen de gehele toeleveringsketen. Een geharmoniseerde benadering vergemakkelijkt een gestandaardiseerde reactie op veranderingen, waardoor de wendbaarheid wordt versterkt (Maleki, 2023). Harmonisatie in redundante structuren valt te zien bij het gebruik van geïntegreerde informatiesystemen in bedrijven. Die informatiesystemen zorgen er immers voor dat communicatie en informatie-uitwisseling tussen verschillende leveranciers mogelijk is. Dit leidt tot een gecoördineerde reactie op verstoringen, waardoor de impact op de gehele toeleveringsketen wordt geminimaliseerd (Denolf et al., 2015).

4.3.3. Verwerk onzekerheid in tactische plannen

Een andere belangrijke stap om veerkracht en wendbaarheid te vergroten, is het systematisch introduceren van scenario's in alle tactische plannen van bedrijven. Scenarioplanning biedt organisaties de mogelijkheid om verschillende mogelijke toekomstige omstandigheden te modelleren en te evalueren, waardoor ze beter voorbereid zijn op diverse gelegenheden (Thomas & Chermack, 2019). Door scenario's op te nemen in tactische plannen kunnen bedrijven anticiperen op potentiële verstoringen en zich sneller aanpassen aan variabele omstandigheden (Phadnis & Darkow, 2021). De integratie van scenario's vereist een holistische benadering waarbij stakeholders samenwerken om diverse toekomstige situaties te identificeren. Het vergemakkelijkt niet alleen een betere voorbereiding op mogelijke risico's, maar het stimuleert ook strategisch denken en bevordert een proactieve houding binnen de organisatie (Joglekar & Phadnis, 2020).



Figuur 3: Implementatie van verschillende scenario's bij het maken van logistieke beslissingen (Joglekar & Phadnis, 2020)

4.3.3.1. Min-max schattingen

Een mogelijke strategische benadering om de veerkracht van de toeleveringsketen te verbeteren, omvat enerzijds het gebruik van min-max schattingen. In plaats van zich te beperken tot statische voorspellingen, kunnen bedrijven een bereik van mogelijke uitkomsten identificeren door minimale en maximale schattingen toe te passen (Wang et al., 2018). Deze aanpak helpt bij het anticiperen op variabiliteit en stelt organisaties in staat flexibel in te spelen op verschillende toekomstige scenario's, zoals bij een onzekerheid in de vraag naar een product (Ben-Tal et al., 2011). Min-max

schattingen vereisen nauwkeurige gegevensanalyse en een diepgaand begrip van de variabelen die van invloed zijn op de supply chain. Door realistische schattingen vast te stellen, kunnen organisaties niet alleen anticiperen op mogelijke risico's, maar ook een solide basis leggen voor het nemen van beslissingen in een onzekere omgeving (Kelle et al., 2014).

4.3.3.2. *Inspelen op onzekerheid*

Anderzijds bestaan er ook nog verschillende innovatieve benaderingen om de wendbaarheid van een logistieke keten te verhogen. Een voorbeeld van zulke benadering omvat het bewust benutten van geplande onzekerheid als bevorderaar voor veerkrachtige besluitvorming. Door het erkennen van de mogelijke onzekerheid in een globale markt, kunnen organisaties flexibele strategieën ontwikkelen die zich aanpassen aan veranderende omstandigheden (Vilko et al., 2014). Het opnemen van geplande onzekerheid in besluitvormingsprocessen maakt een bedrijf proactief door verstoringen te absorberen en snel te herstellen (Knemeyer et al., 2009). Geplande onzekerheid als strategisch element vereist een verandering in het gedachtepatroon van de manier waarmee organisaties onzekerheid benaderen. Het houdt in dat bedrijven niet alleen reageren op onzekerheid, maar deze bewust omarmen en gebruiken als basis voor innovatie en veerkrachtige besluitvorming (Abrahamsson et al., 2015).

Verder is er nog een meetbaar element om veerkracht en wendbaarheid te bevorderen, namelijk het kwantificeren van onzekerheid als input voor strategische beslissingen. Door middel van geavanceerde meetmethoden en data-analyse kunnen organisaties de mate van onzekerheid in verschillende aspecten van de toeleveringsketen vaststellen. Deze meetwaarden worden gebruikt als waardevolle informatie bij het vormgeven van responsieve strategieën en het optimaliseren van de supply chain-veerkracht (Liagkouras & Metaxiotis, 2023). Om onzekerheid te kunnen meten moeten er ook geavanceerde technologieën en datagedreven processen geïmplementeerd worden. Dat stelt organisaties in staat om niet alleen de huidige status van de toeleveringsketen te begrijpen, maar ook potentiële knelpunten en risico's in kaart te brengen die van invloed kunnen zijn op de veerkracht en wendbaarheid (Gupta & Maranas, 2003).

4.3.4. *Aandacht voor zwakke signalen*

Het derde element waar aandacht aan moet gevestigd worden, is het identificeren van zwakke signalen. Die signalen kunnen van groot belang zijn voor organisaties die streven naar een verhoging van de veerkracht en wendbaarheid in hun supply chain. Zwakke signalen zijn subtiele voorbodes van veranderingen die, mits opgemerkt en behandeld, kunnen dienen als indicatoren voor toekomstige verstoringen (Schoemaker et al., 2013).

De eerste stap is het implementeren van geavanceerde systemen om zwakke signalen op te vangen. Dat kan succesvol gebeuren bij het gebruik van geavanceerde sensoren, monitoringtools en dataverzamelingsmechanismen. Deze systemen moeten in staat zijn om zowel interne als externe omgevingen te scannen. Aan de hand van deze scans worden subtiele veranderingen geïdentificeerd die duiden op potentiële risico's. Naast het opsporen van risico's kunnen er in bepaalde gevallen ook mogelijke opportuniteiten gedetecteerd worden waarop het bedrijf kan inspelen (Zahan et al., 2022).

Het succesvol identificeren van zwakke signalen vereist niet alleen geavanceerde systemen, maar ook een organisatorische bereidheid om ze serieus te overwegen. Die bereidheid omvat een mindset

waarbij zwakke signalen niet worden genegeerd of gebagatelliseerd, maar als waardevolle informatie worden beschouwd die de basis vormt voor proactieve besluitvorming (Mendonça et al., 2012). Organisaties moeten een cultuur van openheid en nieuwsgierigheid ontwikkelen, waarbij medewerkers worden aangemoedigd om mogelijke zwakke signalen te melden en te bespreken. Managementteams moeten een actieve rol spelen in het bevorderen van deze bereidheid en het benadrukken van het strategische belang om deze signalen serieus te nemen (Rossel, 2012).

Het identificeren en serieus overwegen van zwakke signalen is slechts een deel van wat er werkelijk moet gebeuren. Daarnaast moeten organisaties effectieve processen hebben om deze signalen adequaat te behandelen. Dat houdt zaken in zoals het instellen van responsieve mechanismen, scenario-analyses en het integreren van deze signalen in besluitvormingsprocessen (Phadnis & Darkow, 2021).

Een mogelijk proces dat hierbij kan helpen is het regelmatig houden van risicosessies. Daarin kunnen zwakke signalen worden besproken en geanalyseerd. Die sessies moeten leiden tot concrete plannen en strategieën om de impact van mogelijke verstoringen te minimaliseren of zelfs helpen in te spelen om een concurrentieel voordeel te bekomen (Blackhurst* et al., 2005).

Door met al deze elementen rekening te houden, kunnen organisaties een logistieke keten ontwikkelen die geen zwakke signalen negeert. Daardoor is de keten niet alleen veerkrachtig tegen verstoringen, maar ook wendbaar genoeg om kansen te grijpen in een snel evoluerende omgeving.

4.3.5. Technieken om de supply chain structureel sterker te maken

4.3.5.1. Safety valves

Aan de structurele basis van de onderneming kunnen er ook problemen ontstaan in verband met de veerkrachtigheid, indien hier op voorhand niet is over nagedacht (Aguila & ElMaraghy, 2019). Het is belangrijk om stil te staan bij eventuele *safety valves* die het voortbestaan van de onderneming kunnen verzekeren in tijden van nood. Twee doordachte *safety valves* zijn het implementeren van product- en klantsegmentatie en het gebruik van de C's om de A's te beschermen. Deze benaderingen bieden verschillende voordelen en kunnen gezamenlijk een solide basis vormen voor een veerkrachtige supply chain.

1. Product- en Klantsegmentatie

Een van de meest belangrijke aspecten van het versterken van de veerkracht van een supply chain is het begrijpen en reageren op de diversiteit van klanten en producten. Productsegmentatie houdt in dat het assortiment van een bedrijf wordt opgedeeld in verschillende categorieën op basis van eigenschappen zoals prijs, complexiteit, levenscyclus en vraagpatronen (Chase Jr, 2015). Klantsegmentatie daarentegen omvat het indelen van klanten in groepen op basis van criteria zoals demografie, gedrag, behoeften en waarde voor het bedrijf (Gärdesmed & Koppel, 2019).

Product- en klantsegmentatie kent verschillende voordelen. Een ervan is een verbeterde responsiviteit. Door klanten en producten te segmenteren, kan een organisatie haar aanbod beter afstemmen op de specifieke behoeften van verschillende klantgroepen en productcategorieën. Dit stelt bedrijven in staat om sneller te reageren op veranderende marktomstandigheden en vraagpatronen, waardoor ze competitief blijven en klanttevredenheid maximaliseren (Godsell, 2008).

Een ander voordeel is een betere risicobeheersing. Door product- en klantsegmentatie kunnen bedrijven risico's diversifiëren en spreiden over verschillende klantsegmenten en productcategorieën. Hierdoor wordt de impact van eventuele verstoringen of crisissen beperkt en wordt de veerkracht van de supply chain vergroot. Bovendien biedt segmentatie waardevolle inzichten die kunnen worden gebruikt om proactief risico's te identificeren en te mitigeren (Brown & Badurdeen, 2015).

2. Het gebruik van de C's ter bescherming van de A's

Een andere strategie om de veerkracht van een supply chain te versterken, is het toepassen van de C's om de A's te beschermen. In de academische literatuur wordt dit concept teruggevonden en beschreven als het identificeren en beschermen van de kritieke elementen binnen de supply chain, terwijl de ondersteunende elementen worden geoptimaliseerd om efficiëntie te verbeteren zonder de kernfunctionaliteiten in gevaar te brengen (Gopalakrishnan et al., 2012).

Het gebruik van de C's ter bescherming van de A's biedt verschillende voordelen. Ten eerste helpt het bij het identificeren en prioriteren van kritieke processen, resources en partners binnen de supply chain. Door deze essentiële elementen te beschermen en te voorzien van voldoende middelen en aandacht, kan een organisatie de continuïteit van haar operaties waarborgen, zelfs in het geval van onverwachte gebeurtenissen (Gunasekaran et al., 2008). Voorbeelden van de A's zijn de grootste klanten van een bedrijf, het productieproces, de personeelsleden en de aandeelhouders.

Daarnaast draagt het toepassen van de C's bij aan een betere allocatie van middelen en een efficiënter risicobeheer. Door middelen toe te wijzen op basis van hoe kritiek ze zijn binnen de supply chain, kan een organisatie haar investeringen optimaliseren en de risico's verminderen die gepaard gaan met verstoringen of tekortkomingen in kritieke processen (Closs et al., 2011). C's kunnen (cruciale) grondstoffen zijn, secundaire processen, maar ook kleinere klanten zijn die voorrang zullen moeten verlenen aan de klanten uit de A's tijdens drukke periodes.

In conclusie bieden product- en klantsegmentatie, samen met het gebruik van de C's ter bescherming van de A's, waardevolle strategieën om de veerkracht van supply chains te versterken. Door klanten en producten te segmenteren, kunnen organisaties zich aanpassen aan veranderende marktomstandigheden en risico's diversifiëren. Tegelijkertijd helpt het toepassen van de C's organisaties om kritieke elementen te beschermen en efficiënter om te gaan met middelen (Closs et al., 2011), (Gopalakrishnan et al., 2012), (Gunasekaran et al., 2008).

4.3.5.2. Buffers

Een andere keuze die van belang kan zijn bij het creëren en behouden van veerkrachtigheid, is het kiezen voor de implementatie van buffers op strategische punten binnen de supply chain. Daarbij ligt de focus op de prioritaire segmenten en wordt er rekening gehouden met zowel de tijd die nodig is om te reageren als de potentiële impact van verstoringen.

Buffers fungeren als een soort verzekering binnen de supply chain, waardoor organisaties flexibel kunnen omgaan met onverwachte gebeurtenissen en verstoringen. Deze buffers kunnen diverse vormen aannemen, zoals extra voorraad, capaciteitsreserves, alternatieve leveranciers of redundantie in transportroutes. Door buffers strategisch te plaatsen, kunnen organisaties de effecten

van verstoringen minimaliseren en tegelijkertijd de operationele prestaties optimaal houden (Bradley, 2015).

Het identificeren en prioriteren van prioritaire segmenten, zoals aangehaald hierboven, is hierbij ook van belang. Deze segmenten zijn vaak gekenmerkt door hun grote impact op de algehele operationele diensten en klanttevredenheid. Segmenten die een grote rol spelen voor het opereren van de organisatie hebben immers vaker nood aan JIT-leveringen, hoogwaardige producten of diensten met strakke deadlines. Door de focus te leggen op deze prioritaire segmenten kunnen organisaties hun middelen effectiever inzetten en proactief maatregelen nemen om risico's te verminderen (Godsell et al., 2011), (Pekarciková et al., 2019).

Tot slot vragen buffers ook om zowel tijd als impact in overweging te nemen. Dit betekent dat organisaties niet alleen moeten streven naar een snelle reactietijd op verstoringen, maar ook moeten anticiperen op de mogelijke impact die deze verstoringen kunnen hebben op hun operationele prestaties en klanttevredenheid. Door deze factoren in evenwicht te houden, kunnen organisaties een veerkrachtige supply chain ontwikkelen die veerkrachtig genoeg is om effectief om te gaan met onvoorziene gebeurtenissen (Bode & Macdonald, 2017), (Habermann et al., 2015).

4.3.6. Processen en middelen om het beslissingsproces te versnellen

Om een veerkrachtige supply chain nog wendbaarder te maken, is het aangeraden om snel beslissingen te kunnen nemen. Op deze manier kan een bedrijf in staat zijn om vlot in te spelen op de complexe markt waarin het zich bevindt. Dat is belangrijk wanneer er verschillende onzekerheden in de omgeving aanwezig zijn en deze een grote negatieve invloed kunnen hebben op de logistieke keten.

4.3.6.1. Statische zichtbaarheid

Statische zichtbaarheid verwijst naar het begrijpen van de bestaande structuur, processen en actoren binnen de logistieke keten. Dit omvat onder andere het in kaart brengen van de fysieke locaties, transportroutes, opslagfaciliteiten en betrokken stakeholders. Door een grondig inzicht te hebben in de statische aspecten van de logistieke keten kunnen organisaties potentiële knelpunten identificeren en proactieve maatregelen treffen om de veerkracht te vergroten.

Om de statische zichtbaarheid verder te verbeteren, kunnen organisaties gebruik maken van geavanceerde technologieën zoals geografische informatiesystemen (GIS) en data-analyse om een gedetailleerd beeld te krijgen van de logistieke infrastructuur en operationele processen. Door deze informatie te visualiseren en te analyseren, kunnen potentiële inefficiënties worden geïdentificeerd en kunnen optimalisatiemogelijkheden worden verkend (Roy et al., 2019) (Brusset, 2016).

4.3.6.2. Dynamische zichtbaarheid

Dynamische zichtbaarheid houdt in dat organisaties op de hoogte zijn van wat er op elk moment binnen de logistieke keten gebeurt. Dit omvat het monitoren van voorraadniveaus, transportbewegingen, productiestatussen en eventuele verstoringen of vertragingen. Door real-time informatie te verzamelen en te analyseren, kunnen organisaties snel reageren op veranderingen en verstoringen minimaliseren (Joshi, 2000).

Om de dynamische zichtbaarheid te verbeteren, kunnen organisaties investeren in geavanceerde monitoringssystemen en IoT (Internet of Things)-technologieën. Deze systemen maken gebruik van sensoren en gegevensverzamelingsapparaten om real-time gegevens te verzamelen en te delen over verschillende aspecten van de logistieke keten. Door deze gegevens te analyseren, kunnen organisaties trends identificeren, operationele prestaties verbeteren en snel reageren op veranderende omstandigheden (Wei & Wang, 2010).

4.3.6.3. *Anticiperen op toekomstige uitdagingen*

Naast het begrijpen van de statische en dynamische aspecten van de logistieke keten is het van belang om verder te kijken en te anticiperen op toekomstige uitdagingen en kansen. Dit omvat het gebruik van voorspellingsmodellen, scenarioplanning en risicoanalyse om potentiële risico's te identificeren en proactief te mitigeren. Door vooruit te denken en zich voor te bereiden op verschillende mogelijke uitkomsten, kunnen organisaties veerkrachtiger worden en beter in staat zijn om zich aan te passen aan verstoringen (Jonsson & Holmström, 2016) (Rozhkov et al., 2022).

4.3.7. *Probleemoplossend vermogen*

Het volgende aspect dat zorgt voor wendbaarheid in een supply chain, is het probleemoplossend vermogen van de actoren in die toeleveringsketen (Cantor & Macdonald, 2009).

Het eerste deelaspect van het probleemoplossend vermogen is het individueel probleemoplossend vermogen. Dat vormt een van de kerneigenschappen van een veerkrachtige logistieke keten. Het is van belang dat medewerkers beschikken over analytische vaardigheden, besluitvaardigheid en een proactieve houding om snel en adequaat te reageren op onverwachte uitdagingen. Investerings in individuele training en ontwikkeling zijn vereist om deze competenties te versterken (Bak et al., 2019).

Daarnaast is het versterken van probleemoplossend vermogen op teamniveau ook belangrijk. Logistieke operaties zijn frequent afhankelijk van de samenwerking binnen teams. Het stimuleren van een cultuur waarin teamleden openlijk problemen kunnen bespreken, ideeën kunnen uitwisselen en gezamenlijk tot doordachte oplossingen kunnen komen, draagt bij aan de veerkracht van de volledige logistieke keten (Barnes & Liao, 2012), (Fomina et al., 2019).

Bovendien is het implementeren van geschikte methoden en technieken voor probleemoplossing, een kritische stap in het vergroten van de wendbaarheid van logistieke ketens. Organisaties kunnen gebruikmaken van geavanceerde tools zoals data-analyse, *root cause analysis*, en *Lean Six Sigma*-methodologieën om diepgaand inzicht te verkrijgen in de oorzaken van problemen en gerichte oplossingen te ontwikkelen (Sarkar et al., 2013). Het inbedden van deze methoden en technieken in de dagelijkse activiteiten van de logistieke keten bevordert een gestructureerde methodiek voor het aanpakken van operationele en strategische problemen (Eckert & Hughes, 2010).

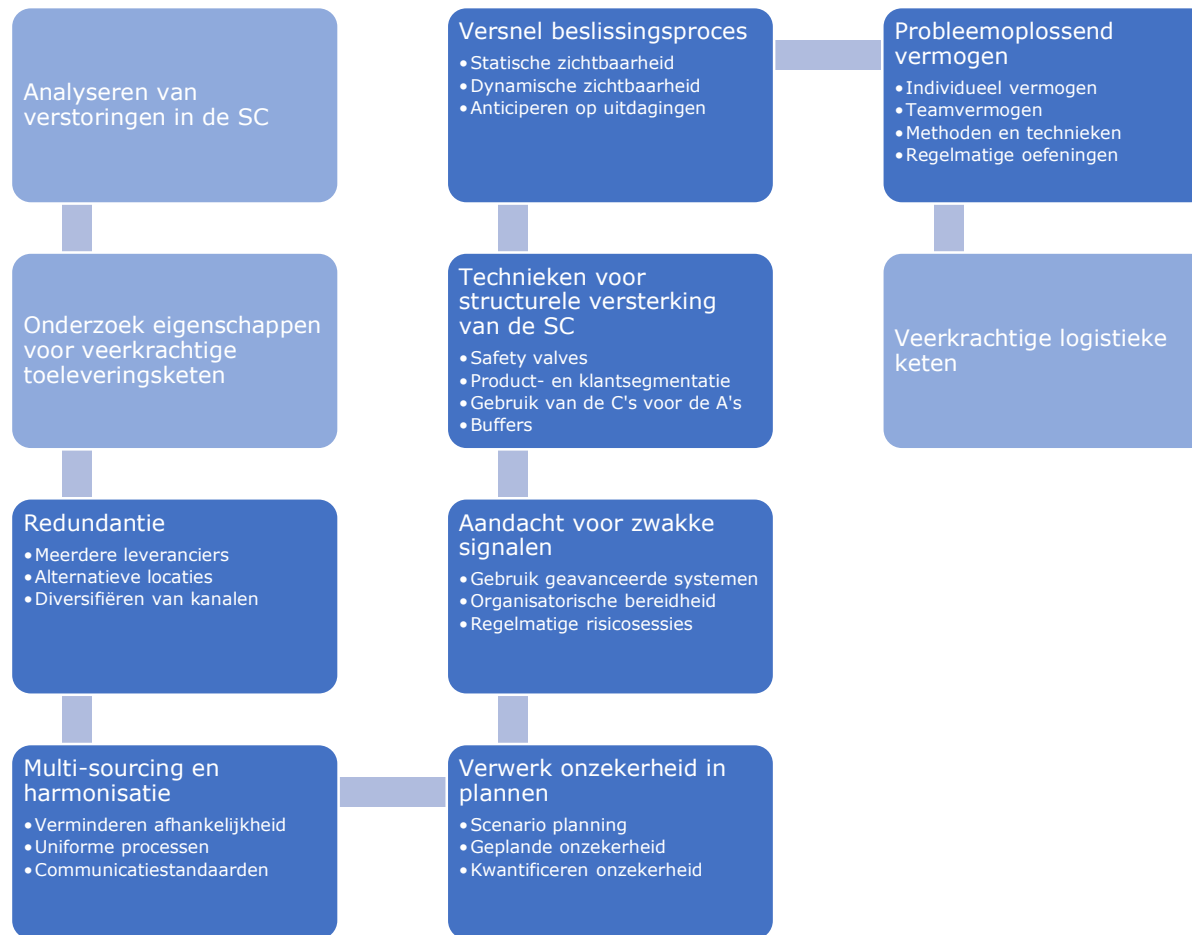
Een fundamenteel principe voor het versterken van probleemoplossend vermogen is de overtuiging dat praktijk perfectie bevordert. Door regelmatig oefeningen, scenario-planning en simulaties uit te voeren, kunnen zowel individuen als teams hun reactievermogen verbeteren en beter voorbereid zijn op diverse verstoringen (Derwik et al., 2016). Praktijkgerichte trainingen stellen logistiek personeel in staat om in een gecontroleerde omgeving te experimenteren met verschillende oplossingen,

waardoor zij zelfverzekerd en doeltreffend kunnen handelen in werkelijke noodsituaties (Fomina et al., 2019).

Het voortdurende streven naar verbetering op het gebied van probleemoplossend vermogen zal organisaties in staat stellen om effectief om te gaan met onverwachte uitdagingen en zich aan te passen aan de snel evoluerende logistieke omgeving (Tatham et al., 2017).

4.3.8. Samenvattende figuur

Figuur 4: Proces om een veerkrachtige logistieke keten te bekomen



4.3.9. Conclusie van de literatuur

In de literatuur die in het voorgaande stuk omtrent het inbouwen van veerkracht in logistieke ketens verwerkt werd, wordt veel nadruk gelegd op verschillende kernaspecten die kritiek kunnen zijn voor het opbouwen van een robuuste toeleveringsketen. Kamalahmadi et al. (2022), Katsaliaki et al. (2022), en Abdi et al. (2024) benadrukken bijvoorbeeld het belang van redundantie, zoals het hebben van meerdere leveranciers, alternatieve productielocaties en gediversifieerde distributiekkanalen om de veerkracht te verhogen.

Wat betreft multi-sourcing en harmonisatie, leggen Namdar et al. (2018), Heese (2015) en Mehrjerdi & Shafiee (2021) uit dat het verminderen van de afhankelijkheid van één leverancier essentieel is. Sabouhi et al. (2018), Maleki (2023) en Denolf et al. (2015) voegen hieraan toe dat een uniforme benadering van processen en communicatie de harmonie en daarmee de reactiesnelheid op verstoringen verbetert.

De aanpak van onzekerheid in tactische plannen, zoals beschreven door Thomas & Chermack (2019) en Phadnis & Darkow (2021), betreft het gebruik van scenario planning en het kwantificeren van onzekerheid om beter voorbereid te zijn op toekomstige verstoringen. Vilko et al. (2014) en Knemeyer et al. (2009) benadrukken het belang van geplande onzekerheid als een strategisch voordeel.

Op het gebied van zwakke signalen wijzen Schoemaker et al. (2013) en Zahan et al. (2022) op het nut van geavanceerde systemen voor het detecteren van deze subtiele hints die voorbodes kunnen zijn van grotere problemen. Mendonça et al. (2012) en Rossel (2012) benadrukken de noodzaak van een organisatorische cultuur die open moet staan voor deze signalen.

De structuur van de supply chain kan volgens Aguila & ElMaraghy (2019) en Chase Jr (2015) versterkt worden door strategieën zoals safety valves en klant- en productsegmentatie, die zorgen voor een betere responsiviteit en risicobeheersing. Bradley (2015) en Godsell et al. (2011) suggereren het gebruik van buffers als strategische reserves om flexibiliteit en veerkracht te verhogen.

Tenslotte is het probleemoplossend vermogen, zoals besproken door Cantor & Macdonald (2009) en Bak et al. (2019), cruciaal voor het aanpakken van onverwachte uitdagingen. De integratie van methoden zoals *Lean Six Sigma*, zoals voorgesteld door Sarkar et al. (2013) en Eckert & Hughes (2010), speelt een sleutelrol in het efficiënt en effectief beheersen van onvoorziene problemen.

Deze bronnen bieden inzicht in de diverse methoden en technieken die voor veel bedrijven belangrijk zijn voor het ontwikkelen van een veerkrachtige toeleveringsketen.

4.3.10. Overzicht van de gebruikte literatuur

Onderwerp	Auteurs
Redundantie	Kamalahmadi et al. (2022); Katsaliaki et al. (2022); Abdi et al. (2024)
Multi-sourcing en harmonisatie	Namdar et al. (2018); Heese (2015); Mehrjerdi & Shafiee (2021); Sabouhi et al. (2018); Maleki (2023); Denolf et al. (2015)
Aanpak van onzekerheid in tactische plannen	Thomas & Chermack (2019); Phadnis & Darkow (2021); Vilko et al. (2014); Knemeyer et al. (2009)
Zwakke signalen	Schoemaker et al. (2013); Zahan et al. (2022); Mendonça et al. (2012); Rossel (2012)
Structuur van de supply chain	Aguila & ElMaraghy (2019); Chase Jr (2015); Bradley (2015); Godsell et al. (2011)
Probleemoplossend vermogen	Cantor & Macdonald (2009); Bak et al. (2019); Sarkar et al. (2013); Eckert & Hughes (2010)

4.4. Wat is het verband tussen duurzaamheid en veerkracht in supply chains?

4.4.1. Definitie van duurzaamheid binnen de logistiek

Duurzaamheid binnen bedrijven met veerkrachtige en wendbare logistieke ketens kan worden omschreven als het vermogen om economisch levensvatbare, milieuvriendelijke en sociaal verantwoorde operaties uit te voeren, terwijl men flexibel en weerbaar blijft tegen verstoringen en veranderingen in de markt. Deze definitie omvat een holistische benadering van supply chain management die zich richt op het langdurig behoud van hulpbronnen en het minimaliseren van negatieve impact op het milieu en de samenleving (Gupta & Palsule-Desai, 2011), (Carter & Rogers, 2008).

4.4.1.1. *Belang van duurzaamheid, veerkracht en wendbaarheid*

1. Veerkracht

Veerkracht verwijst naar de capaciteit van een supply chain om verstoringen te absorberen en zich aan te passen, om uiteindelijk terug te keren naar een gewenste staat van werking. Het gaat om het identificeren van potentiële risico's en het implementeren van strategieën om snel te herstellen van onvoorziene gebeurtenissen (Ivanov, 2018), (Hosseini et al., 2019). Deze beschrijving van veerkracht kan bijgevoegd worden bij de definitie van 1.1.3. om een volledige verklaring van het woord te vormen.

2. Wendbaarheid

Wendbaarheid betreft het vermogen van een supply chain om snel te reageren en aan te passen aan veranderingen in vraag en aanbod. Dit vereist flexibiliteit in processen en systemen, evenals een cultuur van continue verbetering en innovatie (Christopher & Holweg, 2011), (Kamalahmadi & Mellat-Parast, 2016).

3. Duurzaamheid

Duurzaamheid in supply chains is gericht op het in evenwicht brengen van economische prestaties met milieu- en sociale verantwoordelijkheden. Dit betekent het ontwerpen en beheren van logistieke netwerken die efficiënt, ecologisch verantwoord en sociaal rechtvaardig zijn, waarbij men rekening houdt met de behoeften van toekomstige generaties (Gupta & Palsule-Desai, 2011), (Carter & Rogers, 2008).

4.4.2. Integratie van duurzaamheid in veerkrachtige en wendbare logistieke ketens

4.4.2.1. *inleiding*

Duurzaamheid is een concept dat geïntegreerd moet worden in wendbare en veerkrachtige logistieke ketens vanwege de uitgebreide voordelen voor bedrijven, de samenleving en het milieu. Deze integratie is niet alleen een ethische noodzaak, maar ook een strategische zet die bedrijven in staat stelt om te overleven en te floreren in een dynamische en onvoorspelbare wereld. Hieronder worden

enkele kernredenen aangehaald waarom duurzaamheid een integraal onderdeel zou moeten zijn van moderne logistieke ketens.

4.4.2.2. Verbetering van bedrijfscontinuïteit en risicobeheer

Een van de meest voorkomende redenen in de literatuur om duurzaamheid te integreren in wendbare en veerkrachtige logistieke ketens, is de verbetering van de bedrijfscontinuïteit en risicobeheer. Duurzame praktijken, zoals het gebruik van hernieuwbare energie en het minimaliseren van afval, helpen bedrijven om minder afhankelijk te worden van schaarse en onbetrouwbare bronnen (Gupta & Palsule-Desai, 2011). Daarnaast kunnen deze praktijken bedrijven beter voorbereiden op regelgeving en marktveranderingen die milieuvriendelijkheid vereisen (Jabbarzadeh et al., 2016).

Het implementeren van duurzame initiatieven versterkt ook de veerkracht van de supply chain door het verminderen van kwetsbaarheden. Een voorbeeld daarvan is het diversifiëren van leveranciers en logistieke routes waardoor bedrijven sneller kunnen herstellen van verstoringen en risico's beter beheren (Kamalahmadi & Mellat-Parast, 2016). Dit maakt de keten minder gevoelig voor externe schokken zoals natuurrampen of geopolitieke gebeurtenissen zoals eerder aangehaald.

4.4.2.3. Kostenbesparingen en efficiëntieverbeteringen

Duurzaamheid kan aanzienlijke kostenbesparingen en efficiëntieverbeteringen opleveren voor bedrijven. Door het optimaliseren van logistieke processen en het verminderen van afval, kunnen bedrijven operationele kosten verlagen en hun winstgevendheid verhogen (Carter & Rogers, 2008). Duurzame logistieke praktijken, zoals het implementeren van energie-efficiënte transportmethoden en het gebruik van milieuvriendelijke verpakkingen, dragen bij aan lagere kosten op de lange termijn (Mehrjerdi & Shafiee, 2021).

Daarnaast bevorderen duurzame praktijken de efficiëntie van de supply chain door middel van betere allocatie van de middelen en vermindering van verspilling. Dit leidt tot verbeterde operationele prestaties en een meer gestroomlijnde toeleveringsketen (Homayouni et al., 2023).

4.4.2.4. Verbeterde reputatie en concurrentievoordeel

Duurzaamheid draagt bij aan een positieve reputatie en kan een significant concurrentievoordeel opleveren. Consumenten en stakeholders hechten steeds meer waarde aan de milieu- en sociale prestaties van bedrijven (Gupta & Palsule-Desai, 2011). Bedrijven die zich inzetten voor duurzaamheid kunnen hun merk versterken en klantloyaliteit opbouwen.

Verder kunnen duurzame bedrijven beter voldoen aan de eisen van investeerders en regelgeving. Investeerders zijn steeds meer geïnteresseerd in milieuvriendelijke en maatschappelijk verantwoorde bedrijven. Duurzame praktijken kunnen immers leiden tot betere toegang tot kapitaal en lagere financieringskosten (Carter & Rogers, 2008).

4.4.2.5. Innovatie en technologische vooruitgang

De integratie van duurzaamheid in logistieke ketens bevordert innovatie en technologische vooruitgang. Bedrijven die duurzaamheid omarmen, zijn vaak pioniers in het ontwikkelen en implementeren van nieuwe technologieën en processen die zowel ecologisch als economisch voordelig zijn (Ivanov & Dolgui, 2021). Voorbeelden hiervan zijn: het gebruik van digitale tweelingen, dat zijn namelijk simulaties waarbij real-time data gebruikt wordt om snellere en betere beslissingen

te nemen. Vervolgens wordt er ook veelvuldig gebruik gemaakt van blockchaintechnologie, wat data extra beschermt en overal up-to-date houdt. Als laatste wordt artificiële intelligentie steeds meer ingezet om de transparantie en efficiëntie van de supply chain te verbeteren.

Innovatie gedreven door duurzaamheid leidt dus niet alleen tot betere milieupraktijken, maar kan ook nieuwe marktkansen en bedrijfsmodellen creëren. Dit stimuleert verdere groei en ontwikkeling binnen de industrie (Ivanov, 2018).

4.4.2.6. Bijdrage aan Maatschappelijk Welzijn en Milieubehoud

Tot slot draagt duurzaamheid in logistieke ketens bij aan maatschappelijk welzijn en milieubehoud. Door te streven naar milieuvriendelijke manieren van opereren, verminderen bedrijven hun ecologische voetafdruk en helpen ze bij het bestrijden van klimaatverandering. Dit heeft positieve gevolgen voor de biodiversiteit, lucht- en waterkwaliteit, en helpt bij het behoud van natuurlijke hulpbronnen voor toekomstige generaties (Mehrjerdi & Shafiee, 2021).

Bovendien kunnen duurzame logistieke ketens bijdragen aan sociale rechtvaardigheid door eerlijke arbeidspraktijken en betere werkomstandigheden te bevorderen. Dit leidt tot een meer rechtvaardige en inclusieve samenleving (Carter & Rogers, 2008).

4.4.3. Nadelen en compromissen in verband met duurzaamheid

4.4.3.1. Inleiding

Duurzaamheid is een veelvoorkomend element in de moderne bedrijfsvoering, vooral binnen logistieke ketens. Het biedt tal van voordelen, zoals verminderde milieueffecten, verbeterde maatschappelijke perceptie en langdurige economische voordelen. Echter, het implementeren van duurzame praktijken kan ook negatieve aspecten met zich meebrengen, vooral wanneer deze in conflict komen met de noodzaak van veerkracht en flexibiliteit in de logistiek. Dit kan resulteren in compromissen die soms noodzakelijk zijn om operationele continuïteit en winstgevendheid te waarborgen. Hieronder worden deze conflicten aangehaald en besproken.

4.4.3.2. Hoge kosten en initiële investeringen

Een van de meest voor de hand liggende nadelen van duurzaamheid is de hoge initiële kost die gepaard gaat met de implementatie van duurzame technologieën en processen. Het gebruik van hernieuwbare energiebronnen, milieuvriendelijke materialen en energie-efficiënte transportmiddelen vergt aanzienlijke investeringen. Voor veel bedrijven, vooral kleine en middelgrote ondernemingen, kunnen deze kosten onoverkomelijk zijn, waardoor het moeilijk wordt om duurzaamheidsdoelen na te streven zonder hun financiële stabiliteit in gevaar te brengen (Gold et al., 2010).

4.4.3.3. Verhoogde complexiteit

De integratie van duurzame praktijken in logistieke ketens kan leiden tot meer complexiteit en administratieve lasten. Het beheren van een duurzame supply chain vereist gedetailleerde monitoring en rapportage van milieueffecten, naleving van verschillende milieuwetgevingen en certificeringen, en het onderhouden van duurzame relaties met leveranciers. Deze complexiteit kan leiden tot operationele inefficiënties en kan de reactietijd van een bedrijf op onverwachte verstoringen verminderen, wat de veerkracht ondermijnt (Linton et al., 2007).

4.4.3.4. Beperkingen op flexibiliteit

Veerkracht in de logistiek hangt sterk af van de flexibiliteit van de supply chain. Dit omvat het vermogen om snel te schakelen tussen leveranciers, transportmethoden en productieprocessen in reactie op verstoringen. Duurzaamheidsinitiatieven, zoals het beperken van transportafstanden om de CO₂-uitstoot te verminderen of het gebruik van specifieke milieuvriendelijke materialen, kunnen deze flexibiliteit beperken. Bedrijven kunnen zich bijvoorbeeld gebonden voelen aan een beperkt aantal gecertificeerde duurzame leveranciers, waardoor hun vermogen om snel te reageren op veranderingen in de markt wordt belemmerd (Ponomarov & Holcomb, 2009).

4.4.3.5. Risico van verstoringen

Hoewel duurzame praktijken bedoeld zijn om de impact op het milieu te verminderen, kunnen ze paradoxaal genoeg leiden tot verhoogde risico's van verstoringen. Hernieuwbare energiebronnen, zoals zonne- en windenergie, zijn afhankelijk van weersomstandigheden en kunnen onbetrouwbaar zijn in vergelijking met traditionele energiebronnen. Dit kan leiden tot operationele onzekerheden en kan bedrijven kwetsbaar maken voor energie gerelateerde verstoringen (Hart, 1995).

4.4.3.6. Marktdruk en concurrentie

In sommige sectoren kunnen bedrijven die sterk inzetten op duurzaamheid, hun concurrentiepositie in gevaar brengen. Dit komt doordat duurzame producten en diensten vaak hogere prijzen hebben, wat hun concurrentievermogen kan verminderen in markten waar prijsgevoeligheid overheerst. Om die reden kunnen bedrijven gedwongen worden om compromissen te sluiten tussen duurzaamheid en kostenconcurrentie, vooral in tijden van economische onzekerheid (Porter & Kramer, 2006).

4.4.4. Corporate Social Responsibility

4.4.4.1. Wat is CSR?

Corporate Social Responsibility (CSR) is een bedrijfsbenadering die erop gericht is om niet alleen economische winst na te streven, maar ook een positieve impact te hebben op de samenleving en het milieu. CSR omvat een breed gamma aan activiteiten, waaronder ethische bedrijfsvoering, milieubeheer, maatschappelijke betrokkenheid en eerlijke arbeidsomstandigheden. Het concept van CSR is gebaseerd op het idee dat bedrijven verantwoordelijk zijn voor de gevolgen van hun activiteiten op de maatschappij en de omgeving waarin zij opereren (McWilliams & Siegel, 2001).

Carroll (1991) beschrijft CSR als bestaande uit vier componenten: economische, juridische, ethische en filantropische verantwoordelijkheden. Deze componenten vormen een piramide waarbij elke laag voortbouwt op de vorige. Economische verantwoordelijkheden bevatten de basisvereisten dat bedrijven winstgevend moeten zijn. Juridische verantwoordelijkheden impliceren dat bedrijven zich aan de wet moeten houden. Ethische verantwoordelijkheden omvatten de verwachtingen van de samenleving om op een ethische manier te opereren, zelfs als deze niet wettelijk verplicht zijn. Filantropische verantwoordelijkheden gaan over het actief bijdragen aan het welzijn van de gemeenschap, bijvoorbeeld door middel van liefdadigheidswerk of vrijwilligersactiviteiten.

4.4.4.2. Het verband tussen CSR, duurzaamheid en veerkracht

CSR en duurzaamheid zijn nauw met elkaar verweven omdat beide concepten zich richten op het creëren van waarde op lange termijn voor alle belanghebbenden, inclusief de samenleving en het milieu. CSR-initiatieven bevorderen duurzaamheid door bedrijven aan te moedigen om verder te kijken dan kortetermijnwinst en rekening te houden met de bredere impact van hun activiteiten (Elkington, 1997). Door ethische en milieuvriendelijke praktijken te omarmen, kunnen bedrijven bijdragen aan een duurzamere toekomst. Voorbeelden hiervan zijn het verminderen van CO₂-uitstoot, het bevorderen van recycling en het implementeren van energie-efficiënte technologieën (Porter & Kramer, 2006).

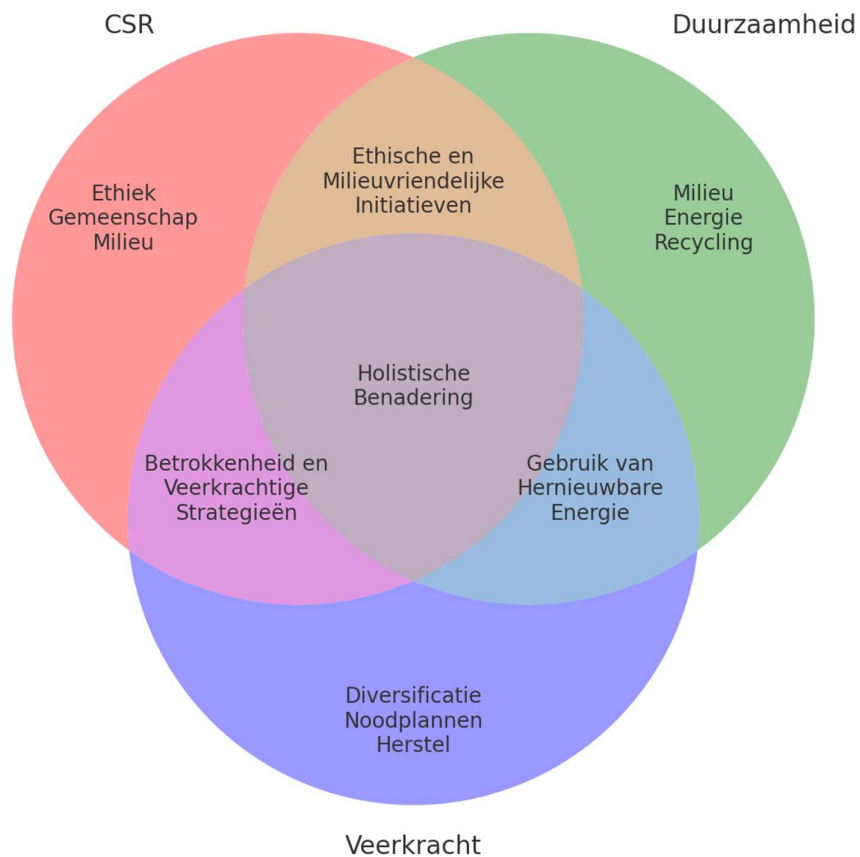
Duurzaamheid als onderdeel van CSR betekent dat bedrijven strategieën ontwikkelen die zowel economische als ecologische en sociale voordelen bieden. Dit kan leiden tot innovaties in producten en processen die niet alleen milieuvriendelijk zijn, maar ook kosteneffectief en maatschappelijk gunstig (Hart, 1995). Bedrijven die duurzaam opereren, bouwen een reputatie op als verantwoordelijke en betrouwbare partners, wat kan leiden tot verhoogde klantloyaliteit en een sterker merk (Wernerfelt, 1984).

CSR speelt ook een rol in het vergroten van de veerkracht van bedrijven. Door verantwoordelijk te opereren en zorg te dragen voor de gemeenschap en het milieu, bouwen bedrijven sterke relaties op met hun stakeholders, waaronder klanten, werknemers, leveranciers en lokale gemeenschappen. Deze relaties zijn essentieel tijdens crisissituaties, omdat ze vertrouwen en samenwerking bevorderen (Freeman, 2010).

Daarnaast helpen CSR-acties bedrijven om zich beter voor te bereiden op en te herstellen van verstoringen. Eerlijke arbeidspraktijken en goede werkomstandigheden leiden tot loyale en gemotiveerde werknemers, wat noodzakelijk is voor continuïteit tijdens een crisis (Kytle & Ruggie, 2005). Milieuvriendelijke praktijken, zoals het verminderen van afhankelijkheid van niet-duurzame hulpbronnen, maken bedrijven minder kwetsbaar voor schommelingen in grondstofprijzen en juridische veranderingen (Linton et al., 2007).

Door CSR te integreren in hun kernstrategieën, ontwikkelen bedrijven veerkrachtige systemen die niet alleen bestand zijn tegen externe schokken, maar ook flexibel genoeg zijn om zich aan te passen aan veranderende omstandigheden. Dit versterkt de algehele stabiliteit en continuïteit van de organisatie, waardoor ze beter in staat zijn om op lange termijn te werken en te groeien (Simmons & Becker-Olsen, 2006).

4.4.4.3. Samenvattende figuur



Figuur 5: Het verband tussen CSR, duurzaamheid en veerkracht

4.4.5. Conclusie van de literatuur

De literatuur biedt een brede kijk op het verband tussen duurzaamheid en veerkracht in supply chains, waarbij verschillende auteurs elk een uniek perspectief bieden. Gupta en Palsule-Desai (2011) en Carter en Rogers (2008) leggen de basis voor het begrip duurzaamheid in logistieke ketens. Zij definiëren duurzaamheid als het vermogen van bedrijven om economisch levensvatbare, milieuvriendelijke en sociaal verantwoorde operaties uit te voeren, terwijl ze flexibel en weerbaar blijven tegen verstoringen en veranderingen in de markt. Dit omvat een holistische benadering die zich richt op het langdurig behoud van hulpbronnen en het minimaliseren van negatieve impact op het milieu en de samenleving.

Ivanov (2018) en Hosseini et al. (2019) richten zich op het concept van veerkracht in supply chains en beschrijven veerkracht als de capaciteit van een supply chain om verstoringen te absorberen en zich aan te passen om uiteindelijk terug te keren naar een gewenste staat van werking. Dit omvat het identificeren van potentiële risico's en het implementeren van strategieën om snel te herstellen van onvoorziene gebeurtenissen. Christopher en Holweg (2011) en Kamalahmadi en Mellat-Parast (2016) benadrukken het belang van wendbaarheid in supply chains. Wendbaarheid betreft het vermogen van een supply chain om snel te reageren en zich aan te passen aan veranderingen in

vraag en aanbod. Dit vereist flexibiliteit in processen en systemen, evenals een cultuur van constante verbetering en innovatie.

Daarnaast bespreken Gupta en Palsule-Desai (2011) en Jabbarzadeh et al. (2016) hoe de integratie van duurzame praktijken kan leiden tot verbetering van bedrijfscontinuïteit en risicobeheer. Duurzame praktijken zoals het gebruik van hernieuwbare energie en het minimaliseren van afval helpen bedrijven om minder afhankelijk te worden van schaarse en onbetrouwbare bronnen. Kamalahmadi en Mellat-Parast (2016) voegen hieraan toe dat dergelijke praktijken ook de veerkracht van de supply chain versterken door het verminderen van kwetsbaarheden en het diversifiëren van leveranciers en logistieke routes.

Carter en Rogers (2008) en Mehrjerdi en Shafiee (2021) benadrukken dat duurzaamheid aanzienlijke kostenbesparingen en efficiëntieverbeteringen kan opleveren voor bedrijven. Door het optimaliseren van logistieke processen en het verminderen van afval, kunnen operationele kosten worden verlaagd en de winstgevendheid worden verhoogd. Homayouni et al. (2023) wijzen op de voordelen van duurzame logistieke praktijken zoals energie-efficiënte transportmethoden en milieuvriendelijke verpakkingen.

Verder draagt duurzaamheid bij aan een positieve reputatie en kan een significant concurrentievoordeel opleveren. Gupta en Palsule-Desai (2011) en Carter en Rogers (2008) stellen dat consumenten en stakeholders steeds meer waarde hechten aan de milieu- en sociale prestaties van bedrijven, wat kan leiden tot een sterker merk en verhoogde klantloyaliteit. Ivanov en Dolgui (2021) en Ivanov (2018) benadrukken dat de integratie van duurzaamheid in logistieke ketens innovatie en technologische vooruitgang bevordert. Bedrijven die duurzaamheid omarmen, ontwikkelen vaak nieuwe technologieën en processen die zowel ecologisch als economisch voordelig zijn, zoals het gebruik van digitale tweelingen, blockchaintechnologie en artificiële intelligentie.

Duurzaamheid in logistieke ketens draagt ook bij aan maatschappelijk welzijn en milieubehoud. Mehrjerdi en Shafiee (2021) en Carter en Rogers (2008) bespreken hoe milieuvriendelijke manieren van opereren bedrijven helpen hun ecologische voetafdruk te verminderen en klimaatverandering tegen te gaan. Bovendien bevorderen duurzame logistieke ketens sociale rechtvaardigheid door eerlijke arbeidspraktijken en betere werkomstandigheden.

Desondanks alle voordelen brengt duurzaamheid uitdagingen met zich mee. Gold et al. (2010) wijzen op de hoge initiële kosten en investeringen die gepaard gaan met duurzame technologieën en processen. Linton et al. (2007) bespreken de verhoogde complexiteit en administratieve lasten die kunnen leiden tot operationele inefficiënties. Ponomarov en Holcomb (2009) benadrukken de beperkingen op flexibiliteit die kunnen ontstaan door duurzaamheidsinitiatieven. Hart (1995) en Porter en Kramer (2006) behandelen de verhoogde risico's van verstoringen en de marktdruk die bedrijven kunnen ervaren bij het nastreven van duurzaamheid.

4.4.6. Overzicht van de gebruikte literatuur

Onderwerp	Auteurs
Definitie van duurzaamheid binnen de logistiek	Gupta & Palsule-Desai (2011); Carter & Rogers (2008)
Veerkracht	Ivanov (2018); Hosseini et al. (2019)
Wendbaarheid	Christopher & Holweg (2011); Kamalahmadi & Mellat-Parast (2016)
Integratie van duurzaamheid in veerkrachtige ketens	Gupta & Palsule-Desai (2011); Jabbarzadeh et al. (2016); Kamalahmadi & Mellat-Parast (2016)
Kostenbesparingen en efficiëntieverbeteringen	Carter & Rogers (2008); Mehrjerdi & Shafiee (2021); Homayouni et al. (2023)
Verbeterde reputatie en concurrentievoordeel	Gupta & Palsule-Desai (2011); Carter & Rogers (2008)
Innovatie en technologische vooruitgang	Ivanov & Dolgui (2021); Ivanov (2018)
Bijdrage aan maatschappelijk welzijn en milieubehoud	Mehrjerdi & Shafiee (2021); Carter & Rogers (2008)
Nadelen en compromissen van duurzaamheid	Gold et al. (2010); Linton et al. (2007); Ponomarov & Holcomb (2009); Hart (1995); Porter & Kramer (2006)

4.5. Waarom is er nood aan training over veerkrachtigheid in logistieke ketens?

4.5.1. Inleiding

In de hedendaagse mondiale economie zijn logistieke ketens van groot belang voor de efficiëntie en effectiviteit van bedrijven. De complexiteit en interconnectiviteit van deze ketens maken ze echter ook kwetsbaar voor verstoringen. Of het nu gaat om natuurrampen, politieke spanningen of pandemieën, verstoringen kunnen aanzienlijke negatieve effecten hebben op de prestaties en duurzaamheid van bedrijven (Brusset & Teller, 2017). Daarom is het ontwikkelen van veerkrachtigheid binnen logistieke ketens essentieel. Een innovatieve en effectieve manier om deze veerkracht te trainen, is door het gebruik van serious games, zoals business games (Nonaka et al., 2016).

4.5.2. Nood aan veerkracht

Logistieke ketens zijn blootgesteld aan diverse risico's en onzekerheden die hun operationele continuïteit kunnen bedreigen. Veerkracht in logistieke ketens verwijst naar het vermogen van een keten om verstoringen te weerstaan, zich aan te passen aan veranderingen, en snel te herstellen van onverwachte gebeurtenissen (Tukamuhabwa et al., 2015). Er zijn verschillende redenen waarom training in veerkrachtigheid noodzakelijk is. Moderne logistieke ketens zijn vaak internationaal en sterk afhankelijk van diverse stakeholders. Dit vergroot de complexiteit en maakt ketens kwetsbaarder voor verstoringen. De frequentie en impact van verstoringen nemen toe, zoals blijkt uit de COVID-19 pandemie en natuurrampen. Deze gebeurtenissen hebben aangetoond hoe snel en diepgaand de verstoringen kunnen zijn (Asghar et al., 2023). Bedrijven met veerkrachtige logistieke ketens kunnen sneller herstellen van verstoringen, waardoor ze een concurrentievoordeel hebben ten opzichte van minder veerkrachtige concurrenten. Bovendien vereisen toegenomen regelgeving en druk om duurzame praktijken te hanteren flexibele en adaptieve ketens (Alfarsi et al., 2019).

4.5.3. Serious games

Serious games zijn simulatiespelletjes die vaak ontworpen zijn voor educatieve doeleinden. Ze bieden een interactieve en praktijkgerichte manier om vaardigheden en kennis te ontwikkelen (Susi et al., 2007). In het kader van logistieke ketens kunnen ze nuttig zijn om de veerkrachtigheid te trainen.

Business games, een vorm van serious games, kunnen realistische scenario's simuleren, waarin deelnemers geconfronteerd worden met verstoringen zoals leveringstekorten, natuurrampen of plotselinge vraagpieken. Dit helpt hen om effectief crisismanagement en besluitvorming te oefenen in een risicovrije omgeving (de Souza et al., 2018). Logistieke ketens betreffen meerdere disciplines, van supply chain management tot IT en financiën. Bedrijfsspelen dwingen deelnemers om samen te werken en interdisciplinaire vaardigheden te ontwikkelen. Tijdens het spelen van serious games krijgen deelnemers immers directe feedback op hun acties en beslissingen. Dit bevordert reflectie en inzicht in de gevolgen van verschillende strategieën voor veerkrachtigheid (Hauge et al., 2016). *Gamificatie*-elementen maken leren leuker en motiverender. De competitieve en interactieve aard van serious games zorgt ervoor dat deelnemers meer betrokken en gemotiveerd zijn om te leren en te verbeteren (Schlüter & Kretschmer, 2020).

Voor een effectieve implementatie van serious games in training voor veerkrachtige logistieke ketens zijn enkele stappen essentieel. Duidelijke leerdoelen en specifieke competenties die ontwikkeld moeten worden, moeten worden vastgesteld. Scenario's moeten gebaseerd zijn op reële situaties en uitdagingen binnen de logistieke keten. Serious games moeten worden geïntegreerd in bredere trainingsprogramma's en curricula om maximale impact te bereiken. Continue evaluatie van de effectiviteit van de games en aanpassing op basis van feedback is cruciaal voor voortdurende verbetering (Hidayatno et al., 2019), (Baalsrud Hauge et al., 2014).

4.5.4. Conclusie van de literatuur

In de hedendaagse wereld waar logistieke ketens voortdurend worden uitgedaagd door diverse verstoringen zoals natuurrampen, politieke spanningen en pandemieën, benadrukken verschillende auteurs de cruciale noodzaak van veerkracht binnen deze ketens. Brusset & Teller (2017) en Tukamuhabwa et al. (2015) wijzen op de kwetsbaarheid van complexe en onderling verbonden logistieke ketens en definiëren veerkracht als het vermogen om verstoringen te weerstaan, zich aan te passen en snel te herstellen. Asghar et al. (2023) en Alfarsi et al. (2019) voegen toe dat de frequentie en impact van verstoringen, zoals gezien tijdens de COVID-19 pandemie, de behoefte aan veerkrachtigheid verder onderstrepen, evenals de noodzaak om te voldoen aan toenemende regelgeving en duurzaamheidspraktijken.

De rol van serious games, zoals belicht door Nonaka et al. (2016), Susi et al. (2007), de Souza et al. (2018), Hauge et al. (2016), en Schlüter & Kretschmer (2020), wordt erkend als een innovatieve en effectieve manier om veerkracht te trainen door realistische scenario's te simuleren waarin deelnemers verstoringen ervaren in een risicovrije omgeving. Deze aanpak bevordert niet alleen effectief crisismanagement en besluitvorming, maar verbetert ook interdisciplinaire vaardigheden door teamwerk en biedt directe feedback die leidt tot dieper inzicht en reflectie op acties.

Belangrijk in de implementatie van serious games zijn de stappen die door Hidayatno et al. (2019) en Baalsrud Hauge et al. (2014) worden voorgesteld. Zij benadrukken het belang van duidelijke leerdoelen, scenario's die gebaseerd zijn op reële situaties, integratie in bredere trainingsprogramma's, en continue evaluatie of aanpassing op basis van feedback. Deze stappen zijn nodig om de effectiviteit van de games te waarborgen en een maximale impact op de veerkracht van logistieke ketens te bereiken.

Door de bijdragen van deze auteurs te vergelijken, wordt duidelijk dat hoewel de onderliggende principes van veerkracht breed worden erkend, de methoden om deze te ontwikkelen —vooral via serious games— vernieuwend en variabel zijn, met nadruk op interactiviteit, realisme, en aanpasbaarheid om aan de dynamische eisen van de hedendaagse logistieke omgevingen te voldoen.

4.5.5. Overzicht van de gebruikte literatuur

Onderwerp	Auteurs
Kwetsbaarheid en definitie van veerkracht	Brusset & Teller (2017); Tukamuhabwa et al. (2015); Asghar et al. (2023); Alfarsi et al. (2019)
Rol van serious games	Nonaka et al. (2016); Susi et al. (2007); de Souza et al. (2018); Hauge et al. (2016); Schlüter & Kretschmer (2020)
Implementatie van serious games	Hidayatno et al. (2019); Baalsrud Hauge et al. (2014)

5. Conclusie en beperkingen

5.1. Conclusie

Deze thesis heeft een uitgebreid en gedetailleerd inzicht verschaft in de concepten rondom Supply Chain Resilience (SCR), waarbij is onderzocht hoe bedrijven hun toeleveringsketens veerkrachtig en wendbaar kunnen houden in tijden van onzekerheid. De centrale onderzoeksvraag, namelijk hoe een waardeketen wendbaar blijft in onzekere tijden, is beantwoord door middel van een uitgebreide literatuurstudie waarin verschillende verstoringen en hun impact op de supply chain werden geanalyseerd, evenals strategieën die bedrijven kunnen toepassen om deze verstoringen te mitigeren en hun keten te versterken.

Uit het onderzoek blijkt dat veerkracht in toeleveringsketens cruciaal is in een wereld waarin onverwachte gebeurtenissen, zoals pandemieën, natuurrampen, en geopolitieke conflicten, steeds vaker voorkomen en de stabiliteit van mondiale supply chains bedreigen. Volgens Wieland en Durach (2021) omvat veerkracht niet alleen het vermogen om terug te keren naar een stabiele staat na een verstoring, maar ook de capaciteit om zich aan te passen aan veranderende omstandigheden en nieuwe kansen te benutten die uit verstoringen voortvloeien. Dit vereist dat bedrijven niet alleen reactieve strategieën toepassen, maar ook proactief plannen en herstructureren om hun supply chains weerbaarder te maken (Tukamuhabwa et al., 2015).

Een belangrijk aspect dat naar voren kwam in deze studie is de nauwe relatie tussen duurzaamheid en veerkracht binnen supply chains. Zoals Carter en Rogers (2008) hebben aangetoond, versterken duurzame praktijken, zoals het gebruik van hernieuwbare energiebronnen en het minimaliseren van afval, de veerkracht van supply chains door de afhankelijkheid van schaarse en onbetrouwbare bronnen te verminderen. Deze praktijken verbeteren het risicobeheer en zorgen voor kostenbesparingen op de lange termijn, wat bijdraagt aan een verbeterde weerbaarheid van de keten. Maar, zoals uit het onderzoek van Gold et al. (2010) blijkt, brengt de implementatie van duurzaamheid ook uitdagingen met zich mee, zoals hoge initiële investeringen en verhoogde operationele complexiteit. Deze compromissen kunnen bedrijven ontmoedigen om duurzame praktijken volledig te integreren in hun supply chain strategieën.

Naast duurzaamheid benadrukt deze masterproef ook het belang van redundantie en diversificatie als essentiële componenten van veerkrachtige supply chains. Kamalahmadi et al. (2022) stellen dat het hebben van meerdere leveranciers en alternatieve productiecentra, evenals het diversifiëren van distributiekanaalen, de risico's van verstoringen aanzienlijk kan verminderen. Dit versterkt niet alleen de operationele continuïteit, maar verhoogt ook de flexibiliteit van de keten om snel te reageren op veranderingen in de omgeving.

De studie benadrukt bovendien dat bedrijven ook aandacht moeten besteden aan het ontwikkelen van probleemoplossend vermogen bij hun werknemers, zowel individueel als in teams, om de wendbaarheid van de supply chain te vergroten. Volgens Cantor en Macdonald (2009) is het probleemoplossend vermogen van groot belang voor het effectief omgaan met onverwachte uitdagingen en het minimaliseren van de negatieve impact van verstoringen. Investeringen in

training en de ontwikkeling van analytische vaardigheden en besluitvaardigheid zijn daarom nodig voor het versterken van de veerkracht van supply chains.

Ten slotte wijst deze masterproef ook op de noodzaak van continue scholing en training voor supply chain managers en medewerkers om hen voor te bereiden op het omgaan met verstoringen. Phadnis en Darkow (2021) benadrukken het belang van scenarioplanning en het gebruik van simulaties om de reactietijd en het probleemoplossend vermogen van managers te verbeteren. Dit is vooral belangrijk in een tijd waarin de complexiteit en onzekerheid van de globale markt blijft toenemen.

Concluderend kan worden gesteld dat de bevindingen van deze masterproef een belangrijke bijdrage leveren aan het bestaande onderzoek op het gebied van supply chain management. De inzichten bieden een leidraad voor bedrijven die hun toeleveringsketens willen versterken en voorbereiden op de uitdagingen van een dynamische en vaak onzekere wereld. Het integreren van duurzaamheid, redundantie, probleemoplossend vermogen en continue scholing in supply chain strategieën zal bedrijven helpen om niet alleen te overleven, maar ook te gedijen in tijden van verstoring.

5.2. Beperkingen

Ondanks de waardevolle inzichten die het onderzoek biedt, zijn er enkele beperkingen die de interpretatie van de resultaten kunnen beïnvloeden. Een belangrijke beperking is de focus op secundaire data uit bestaande literatuur. Dit houdt in dat de bevindingen zijn gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek en mogelijk niet alle recente ontwikkelingen omtrent de centrale onderzoeksvraag volledig weergeven. Bovendien zijn de conclusies voornamelijk theoretisch van aard, zonder directe empirische bevestiging door middel van primaire data zoals casestudies of veldonderzoek. Dit beperkt de praktische toepasbaarheid en generaliseerbaarheid van de bevindingen.

Daarnaast kunnen de voorgestelde strategieën voor het verbeteren van supply chain resilience uitdagingen met zich meebrengen zoals de kosten om deze te implementeren en in de complexiteit van de waardeketen, vooral voor kleinere bedrijven met beperkte middelen. Er is ook weinig aandacht besteed aan de invloed van culturele en sectorale verschillen, wat betekent dat de bevindingen mogelijk niet universeel toepasbaar zijn in alle contexten. Toekomstig onderzoek zou daarom gericht moeten zijn op het verzamelen van empirische data en het verkennen van de praktische implementatie van deze strategieën in verschillende industriële en culturele omgevingen.

6. Literatuurlijst

- Abdi, F., Farughi, H., Sadeghi, H., & Arkat, J. (2024). Using common redundancy components for suppliers in a supply chain network design problem considering energy costs and environmental effects. *Expert Systems with Applications*, 245, 122989.
- Abrahamsson, M., Christopher, M., & Stensson, B. I. (2015). Mastering supply chain management in an era of uncertainty at SKF. *Global Business and Organizational Excellence*, 34(6), 6-17.
- Aguila, J. O., & ElMaraghy, W. (2019). Supply chain resilience and structure: an evaluation framework. *Procedia manufacturing*, 28, 43-50.
- Alfarsi, F., Lemke, F., & Yang, Y. (2019). The importance of supply chain resilience: an empirical investigation. *Procedia manufacturing*, 39, 1525-1529.
- Asghar, M. I., Aslam, H., & Saeed, A. (2023). Linking supply chain professional's competencies to resilience in a turbulent world. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 72(5), 1304-1320.
- Baalsrud Hauge, J., Kalverkamp, M., Forcolin, M., Westerheim, H., Franke, M., & Thoben, K.-D. (2014). Collaborative serious games for awareness on shared resources in supply chain management. *Advances in Production Management Systems. Innovative and Knowledge-Based Production Management in a Global-Local World: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2014, Ajaccio, France, September 20-24, 2014, Proceedings, Part II*.
- Bader, B., Suder, G., & Grosse, R. (2020). Terrorism as an external threat factor in global value chains. *Thunderbird International Business Review*, 62(2), 135-148.
- Bak, O., Jordan, C., & Midgley, J. (2019). The adoption of soft skills in supply chain and understanding their current role in supply chain management skills agenda: A UK perspective. *Benchmarking: An International Journal*, 26(3), 1063-1079.
- Barnes, J., & Liao, Y. (2012). The effect of individual, network, and collaborative competencies on the supply chain management system. *International Journal of Production Economics*, 140(2), 888-899.
- Ben-Tal, A., Do Chung, B., Mandala, S. R., & Yao, T. (2011). Robust optimization for emergency logistics planning: Risk mitigation in humanitarian relief supply chains. *Transportation research part B: methodological*, 45(8), 1177-1189.
- Bhatti, A., Akram, H., Basit, H. M., Khan, A. U., Raza, S. M., & Naqvi, M. B. (2020). E-commerce trends during COVID-19 Pandemic. *International Journal of Future Generation Communication and Networking*, 13(2), 1449-1452.
- Blackhurst*, J., Craighead, C. W., Elkins, D., & Handfield, R. B. (2005). An empirically derived agenda of critical research issues for managing supply-chain disruptions. *International journal of production research*, 43(19), 4067-4081.
- Bode, C., & Macdonald, J. R. (2017). Stages of supply chain disruption response: Direct, constraining, and mediating factors for impact mitigation. *Decision sciences*, 48(5), 836-874.
- Bond, D. (2018). Hackers target cloud services. *Financial Times*.
- Bond, P. L., Green Jr, K. W., & Inman, R. A. (2020). Relationships among JIT practices: an interpretive modeling approach. *Production Planning & Control*, 31(5), 400-411.
- Bradley, J. R. (2015). An evaluation of capacity and inventory buffers as mitigation for catastrophic supply chain disruptions. *Global Supply Chain Security: Emerging Topics in Research, Practice and Policy*, 99-116.
- Brown, A., & Badurdeen, F. (2015). Increased supply chain resilience through consideration of disruption impact severity in the supplier segmentation process. *IIE Annual Conference. Proceedings*.
- Brusset, X. (2016). Does supply chain visibility enhance agility? *International Journal of Production Economics*, 171, 46-59.
- Brusset, X., & Teller, C. (2017). Supply chain capabilities, risks, and resilience. *International Journal of Production Economics*, 184, 59-68.
- Cantor, D. E., & Macdonald, J. R. (2009). Decision-making in the supply chain: examining problem solving approaches and information availability. *Journal of operations management*, 27(3), 220-232.
- Caramuta, C., Grosso, A., & Longo, G. (2023). Logistics chain responsiveness to war impacts: A case study in North Adriatic Region. *Case Studies on Transport Policy*, 14, 101086. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cstp.2023.101086>
- Carroll, A. B. (1991). The pyramid of corporate social responsibility: Toward the moral management of organizational stakeholders. *Business horizons*, 34(4), 39-48.
- Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. *International journal of physical distribution & logistics management*, 38(5), 360-387.

- Chambers, J. (2020). Coronavirus should inspire businesses to prepare their supply chains for the future. In: Fortune Online. <https://fortune.com/2020/04/12/coronavirus-supply-chain>
- Chase Jr, C. W. (2015). The importance of product segmentation. *The Journal of Business Forecasting*, 34(4), 36.
- Christopher, M., & Holweg, M. (2011). "Supply Chain 2.0": Managing supply chains in the era of turbulence. *International journal of physical distribution & logistics management*, 41(1), 63-82.
- Christopher, M., & Lee, H. (2004). Mitigating supply chain risk through improved confidence. *International journal of physical distribution & logistics management*, 34(5), 388-396.
- Closs, D. J., Speier, C., & Meacham, N. (2011). Sustainability to support end-to-end value chains: the role of supply chain management. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 39, 101-116.
- Craighead, C. W., Blackhurst, J., Rungtusanatham, M. J., & Handfield, R. B. (2007). The severity of supply chain disruptions: design characteristics and mitigation capabilities. *Decision sciences*, 38(1), 131-156.
- de Souza, R., William, L., & Timperio, G. (2018). Simulation model and simulation-based serious gaming in humanitarian logistics. 2018 Winter Simulation Conference (WSC),
- Denolf, J. M., Trienekens, J. H., Wognum, P. N., van der Vorst, J. G., & Omta, S. O. (2015). Towards a framework of critical success factors for implementing supply chain information systems. *Computers in industry*, 68, 16-26.
- Derwik, P., Hellström, D., & Karlsson, S. (2016). Manager competences in logistics and supply chain practice. *Journal of Business Research*, 69(11), 4820-4825.
- Eckert, C., & Hughes, B. (2010). The root of the cause: solving supply chain problems proactively. *Industrial Engineer*, 42(2), 38-44.
- El Dabee, F. F., & Hokoma, R. A. (2012). Just-in-time for reducing inventory costs throughout a supply chain: a case study. *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*, 6(9), 1884-1887.
- Elkington, J., & Rowlands, I. H. (1999). Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business. *Alternatives Journal*, 25(4), 42.
- Fomina, S., Sizikova, V., Shimanovskaya, Y., Kozlovskaya, S., & Karpunina, A. (2019). The effect of teaching and supply chain management on employees' skills in small and medium sized enterprises of Russia. *International Journal of Supply Chain Management*, 8(4), 930-938.
- Freeman, R. E. (2010). *Strategic management: A stakeholder approach*. Cambridge university press.
- Gärdesmed, M., & Koppel, J. (2019). Customer Segmentation from a Supply Chain Service Perspective A Case Study at Volvo Penta.
- Godsell, J. (2008). Developing customer responsive supply chain strategy: an empirical investigation of the relationship between market segmentation and supply chain strategy.
- Godsell, J., Diefenbach, T., Clemmow, C., Towill, D., & Christopher, M. (2011). Enabling supply chain segmentation through demand profiling. *International journal of physical distribution & logistics management*, 41(3), 296-314.
- Gold, S., Seuring, S., & Beske, P. (2010). Sustainable supply chain management and inter-organizational resources: a literature review. *Corporate social responsibility and environmental management*, 17(4), 230-245.
- Gopalakrishnan, K., Yusuf, Y. Y., Musa, A., Abubakar, T., & Ambursa, H. M. (2012). Sustainable supply chain management: A case study of British Aerospace (BAe) Systems. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 193-203.
- Gultekin, B., Demir, S., Gunduz, M. A., Cura, F., & Ozer, L. (2022). The logistics service providers during the COVID-19 pandemic: The prominence and the cause-effect structure of uncertainties and risks. *Computers & Industrial Engineering*, 165, 107950.
- Gunasekaran, A., Lai, K.-h., & Cheng, T. E. (2008). Responsive supply chain: a competitive strategy in a networked economy. *Omega*, 36(4), 549-564.
- Gupta, A., & Maranas, C. D. (2003). Managing demand uncertainty in supply chain planning. *Computers & chemical engineering*, 27(8-9), 1219-1227.
- Gupta, S., & Palsule-Desai, O. D. (2011). Sustainable supply chain management: Review and research opportunities. *IIMB Management review*, 23(4), 234-245.
- Habermann, M., Blackhurst, J., & Metcalf, A. Y. (2015). Keep your friends close? Supply chain design and disruption risk. *Decision sciences*, 46(3), 491-526.
- Hart, S. L. (1995). A natural-resource-based view of the firm. *Academy of management review*, 20(4), 986-1014.
- Hauge, J. B., Tundys, B., Rzeczycki, A., & Lim, T. (2016). Deploying serious games for supply chain management: lessons learned and good practices. *methods*, 2(4).
- Heese, H. S. (2015). Single versus multiple sourcing and the evolution of bargaining positions. *Omega*, 54, 125-133.

- Hidayatno, A., Hasibuan, R. G., Nimpuno, G. C. W., & Destyanto, A. R. (2019). Designing a serious simulation game as a learning media of sustainable supply chain management for biofuel production. *Energy Procedia*, 156, 43-47.
- Homayouni, Z., Pishvaei, M. S., Jahani, H., & Ivanov, D. (2023). A robust-heuristic optimization approach to a green supply chain design with consideration of assorted vehicle types and carbon policies under uncertainty. *Annals of Operations Research*, 1-41.
- Hosseini, S., Morshedlou, N., Ivanov, D., Sarder, M., Barker, K., & Al Khaled, A. (2019). Resilient supplier selection and optimal order allocation under disruption risks. *International Journal of Production Economics*, 213, 124-137.
- Insights, F. (2014). The Reputational Impact of It Risk. *FALLOUT*. https://images.forbes.com/forbesinsights/StudyPDFs/IBM_Reputational_IT_Risk_REPORT.pdf.
- Ivanov, D. (2018). Revealing interfaces of supply chain resilience and sustainability: a simulation study. *International journal of production research*, 56(10), 3507-3523.
- Ivanov, D., & Dolgui, A. (2021). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, 32(9), 775-788.
- Jabbarzadeh, A., Fahimnia, B., Sheu, J.-B., & Moghadam, H. S. (2016). Designing a supply chain resilient to major disruptions and supply/demand interruptions. *Transportation research part B: methodological*, 94, 121-149.
- Jadallah, N., & Bhatti, F. (2020). Political instability and sustainable green supply chain management. *Management Science Letters*, 10(6), 1169-1178.
- Joglekar, N., & Phadnis, S. (2020). Accelerating supply chain scenario planning. *MIT Sloan management review*, 62(2).
- Jonsson, P., & Holmström, J. (2016). Future of supply chain planning: closing the gaps between practice and promise. *International journal of physical distribution & logistics management*, 46(1), 62-81.
- Joshi, Y. V. (2000). *Information visibility and its effect on supply chain dynamics* [Massachusetts Institute of Technology].
- Kamalahmadi, M., & Mellat-Parast, M. (2016). Developing a resilient supply chain through supplier flexibility and reliability assessment. *International journal of production research*, 54(1), 302-321.
- Kamalahmadi, M., Shekarian, M., & Mellat Parast, M. (2022). The impact of flexibility and redundancy on improving supply chain resilience to disruptions. *International journal of production research*, 60(6), 1992-2020.
- Katsaliaki, K., Galetsi, P., & Kumar, S. (2022). Supply chain disruptions and resilience: a major review and future research agenda. *Annals of Operations Research*, 319(1), 965-1002. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03912-1>
- Kelle, P., Schneider, H., & Yi, H. (2014). Decision alternatives between expected cost minimization and worst case scenario in emergency supply—Second revision. *International Journal of Production Economics*, 157, 250-260.
- Kleindorfer, P. R., & Saad, G. H. (2005). Managing disruption risks in supply chains. *Production and operations management*, 14(1), 53-68.
- Knemeyer, A. M., Zinn, W., & Eroglu, C. (2009). Proactive planning for catastrophic events in supply chains. *Journal of operations management*, 27(2), 141-153.
- Koenis, C. (2024). Crisis Rode Zee raakt wereldhandel: 'Risico's voor schepen nog niet geweken'. *Luchtaanvallen op Jemen*. Retrieved 10/02/2024, from <https://www.rtl.nl/nieuws/rtl-z/artikel/5429077/crisis-rode-zee-wereldhandel-jemen-vs-houthi>
- Kytle, B., & Ruggie, J. G. (2005). Corporate social responsibility as risk management: A model for multinationals.
- LaGore, R. (2023). Top 10 Supply Chain Disruption Examples. <https://blog.intekfreight-logistics.com/top-10-supply-chain-disruption-examples>
- Li, R., Dong, Q., Jin, C., & Kang, R. (2017). A New Resilience Measure for Supply Chain Networks. *Sustainability*, 9(1), 144. <https://doi.org/10.3390/su9010144>
- Liagkouras, K., & Metaxiotis, K. (2023). Sources of Uncertainty and Risk Quantification Methods in Supply Chain Management: A Literature Study. *Operations Research Forum*,
- Linton, J. D., Klassen, R., & Jayaraman, V. (2007). Sustainable supply chains: An introduction. *Journal of operations management*, 25(6), 1075-1082.
- Ma, Y.-f., Chen, L.-w., Meng, S.-d., & Yi, C.-q. (2014). A study on the risk control of supply chain under the background of globalization. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 31(4), 221-228.
- Maleki, E. (2023). Resiliency in supply chain. *International journal of industrial engineering and operational research*, 5(1), 8-18.
- Matloff, N. (2005). Offshoring: What can go wrong? *IT professional*, 7(4), 39-45.
- McWilliams, A., & Siegel, D. (2001). Corporate social responsibility: A theory of the firm perspective. *Academy of management review*, 26(1), 117-127.

- Mehrjerdi, Y. Z., & Shafiee, M. (2021). A resilient and sustainable closed-loop supply chain using multiple sourcing and information sharing strategies. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125141.
- Mendonça, S., Cardoso, G., & Caraça, J. (2012). The strategic strength of weak signal analysis. *Futures*, 44(3), 218-228.
- Menon, S., & Shah, S. (2019). An overview of digitalisation in conventional supply chain management. MATEC web of conferences,
- Messina, D., Barros, A. C., Soares, A. L., & Matopoulos, A. (2020). An information management approach for supply chain disruption recovery. *The International Journal of Logistics Management*, 31(3), 489-519.
- Nagurney, A. (2021). Optimization of supply chain networks with inclusion of labor: Applications to COVID-19 pandemic disruptions. *International Journal of Production Economics*, 235, 108080.
- Namdar, J., Li, X., Sawhney, R., & Pradhan, N. (2018). Supply chain resilience for single and multiple sourcing in the presence of disruption risks. *International journal of production research*, 56(6), 2339-2360.
- Nonaka, T., Miki, K., Odajima, R., & Mizuyama, H. (2016). Analysis of dynamic decision making underpinning supply chain resilience: a serious game approach. *IFAC-PapersOnLine*, 49(19), 474-479.
- ONG, J., Wang, Z., Goh, R. S. M., Yin, X. F., Xin, X., & Fu, X. (2015). Understanding natural disasters as risks in supply chain management through web data analysis. *International Journal of Computer and Communication Engineering*, 4(2), 126.
- Pekarciková, M., Trebuna, P., Kliment, M., & Trojan, J. (2019). Demand driven material requirements planning. Some methodical and practical comments. *Management and production engineering review*.
- Phadnis, S. S., & Darkow, I. L. (2021). Scenario planning as a strategy process to foster supply chain adaptability: theoretical framework and longitudinal case. *Futures & Foresight Science*, 3(2), e62.
- Ponis, S. T., & Koronis, E. (2012). Supply Chain Resilience? Definition of concept and its formative elements. *The journal of applied business research*, 28(5), 921-935.
- Ponomarev, S. Y., & Holcomb, M. C. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. *The International Journal of Logistics Management*, 20(1), 124-143.
- Porter, M., & Kramer, R. (2006). Strategy and society: The link between competitive advantage and corporate social responsibility (pp. 78-92). *December: Harvard Business Review*.
- Prasad, S., & Tata, J. (2000). Information investment in supply chain management. *Logistics Information Management*, 13(1), 33-38.
- Reddy, V. R., Singh, S. K., & Anbumozhi, V. (2016). Food supply chain disruption due to natural disasters: Entities, risks, and strategies for resilience. *ERIA Discussion Paper*, 18.
- Ribeiro, J. P., & Barbosa-Povoa, A. (2018). Supply Chain Resilience: Definitions and quantitative modelling approaches—A literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 115, 109-122.
- Rossel, P. (2012). Early detection, warnings, weak signals and seeds of change: A turbulent domain of futures studies. *Futures*, 44(3), 229-239.
- Roy, A., Gilbert, S. M., & Lai, G. (2019). The implications of visibility on the use of strategic inventory in a supply chain. *Management Science*, 65(4), 1752-1767.
- Rozhkov, M., Ivanov, D., Blackhurst, J., & Nair, A. (2022). Adapting supply chain operations in anticipation of and during the COVID-19 pandemic. *Omega*, 110, 102635.
- Sabouhi, F., Pishvaei, M. S., & Jabalameli, M. S. (2018). Resilient supply chain design under operational and disruption risks considering quantity discount: A case study of pharmaceutical supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 126, 657-672.
- Sarkar, S. A., Mukhopadhyay, A. R., & Ghosh, S. K. (2013). Root cause analysis, Lean Six Sigma and test of hypothesis. *The TQM Journal*, 25(2), 170-185.
- Schlüter, C., & Kretschmer, V. (2020). Next level training in logistics: evaluation of a virtual reality-based serious game for warehouse logistics. Proceedings of the 19th International Conference on Modeling & Applied Simulation (MAS 2020),
- Schoemaker, P. J., Day, G. S., & Snyder, S. A. (2013). Integrating organizational networks, weak signals, strategic radars and scenario planning. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(4), 815-824.
- Sheffi, Y. (2001). Supply chain management under the threat of international terrorism. *The International Journal of Logistics Management*, 12(2), 1-11.
- Simmons, C. J., & Becker-Olsen, K. L. (2006). Achieving marketing objectives through social sponsorships. *Journal of marketing*, 70(4), 154-169.
- Snyder, L. V., Atan, Z., Peng, P., Rong, Y., Schmitt, A. J., & Sinsoysal, B. (2016). OR/MS models for supply chain disruptions: A review. *Iie Transactions*, 48(2), 89-109.

- Stecke, K. E., & Kumar, S. (2009). Sources of supply chain disruptions, factors that breed vulnerability, and mitigating strategies. *Journal of Marketing Channels*, 16(3), 193-226.
- Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). Serious games: An overview.
- Susmitha, M. K. (2021). Impact of COVID 19 on E-Commerce. *Journal of Interdisciplinary Cycle Research*, 12(9), 1161-1165.
- Tang, C. S. (2006). Robust strategies for mitigating supply chain disruptions. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 9(1), 33-45.
- Tang, O., & Musa, S. N. (2011). Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 25-34.
- Tatham, P., Wu, Y., Kovács, G., & Butcher, T. (2017). Supply chain management skills to sense and seize opportunities. *The International Journal of Logistics Management*, 28(2), 266-289.
- Thomas, C., & Chermack, T. (2019). Using scenario planning to supplement supply chain risk assessments. *Revisiting Supply Chain Risk*, 37-51.
- Toka, A., Aivazidou, E., Antoniou, A., & Arvanitopoulos-Darginis, K. (2013). Cloud computing in supply chain management: an overview. *E-logistics and e-supply chain management: applications for evolving business*, 218-231.
- Tukamuhabwa, B. R., Stevenson, M., Busby, J., & Zorzini, M. (2015). Supply chain resilience: definition, review and theoretical foundations for further study. *International journal of production research*, 53(18), 5592-5623.
- Van Hassel, E., Vanelander, T., Neyens, K., Vandeborre, H., Kindt, D., & Kellens, S. (2022). Reconsidering nearshoring to avoid global crisis impacts: Application and calculation of the total cost of ownership for specific scenarios. *Research in Transportation Economics*, 93, 101089.
- Vidrova, Z. (2020). Supply chain management in the aspect of globalization. SHS Web of Conferences,
- Vilko, J., Ritala, P., & Edelmann, J. (2014). On uncertainty in supply chain risk management. *The International Journal of Logistics Management*, 25(1), 3-19.
- Wang, H., Zhao, D., Ma, H., & Ding, L. (2018). Min-max planning of time-sensitive and heterogeneous tasks in mobile crowd sensing. 2018 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM),
- Wei, H.-L., & Wang, E. T. (2010). The strategic value of supply chain visibility: increasing the ability to reconfigure. *European Journal of Information Systems*, 19(2), 238-249.
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic management journal*, 5(2), 171-180.
- Wieland, A., & Durach, C. F. (2021). Two perspectives on supply chain resilience. In (Vol. 42, pp. 315-322): Wiley Online Library.
- Wu, T., Blackhurst, J., & O'grady, P. (2007). Methodology for supply chain disruption analysis. *International journal of production research*, 45(7), 1665-1682.
- Ye, L., & Abe, M. (2012). *The impacts of natural disasters on global supply chains*.
- Ye, Y., Suleiman, M. A., & Huo, B. (2022). Impact of just-in-time (JIT) on supply chain disruption risk: the moderating role of supply chain centralization. *Industrial Management & Data Systems*, 122(7), 1665-1685.
- Zahan, N., Zimmermann, T., Godefroid, P., Murphy, B., Maddila, C., & Williams, L. (2022). What are weak links in the npm supply chain? Proceedings of the 44th International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice,
- Zsdisin, G. A., & Ritchie, B. (2008). *Supply chain risk: a handbook of assessment, management, and performance* (Vol. 124). Springer Science & Business Media.