



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Een veerkrachtige toeleveringsketen

Laura D'Hollander

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

PROMOTOR :

Prof. dr. Alexis VAN BREEDAM



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

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

2022
2023



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Een veerkrachtige toeleveringsketen

Laura D'Hollander

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

PROMOTOR :

Prof. dr. Alexis VAN BREEDAM

Woord vooraf

De titel van deze masterproef, 'Een veerkrachtige toeleveringsketen', is een zeer actueel onderwerp in de huidige geglobaliseerde wereld. Bovendien leunt dit thema sterk aan bij mijn interesse in de logistieke sector en bij mijn studiekeuze. Deze masterproef vormt namelijk het sluitstuk van mijn masteropleiding handelswetenschappen met afstudeerrichting supply chain management die ik aan de Universiteit van Hasselt volg.

Tijdens het schrijven van dit literatuuronderzoek heb ik me kunnen verdiepen in de boeiende wereld van logistiek en heb ik bijgevolg mijn logistieke kennis verder kunnen aanscherpen. Eveneens heb ik hierdoor een zekere vorm van focus en structuur bijgeleerd die me in de toekomst verder kunnen helpen bij mijn professionele carrière.

Tenslotte gaat nog een speciaal woord van dank uit naar mijn promotor, dr. Alex Van Breedam. Naast de aangename samenwerking kon ik rekenen op zijn onvoorwaardelijke steun en opbouwende feedback. Ook kon ik altijd bij hem terecht met vragen en bezorgdheden, die ongetwijfeld hebben bijgedragen tot het verbeteren van de kwaliteit van deze masterproef.

Laura D'Hollander
Diepenbeek, 31 mei 2023

Samenvatting

Moderne bedrijven opereren in een snel veranderende, complexe omgeving met wereldwijde distributieproblemen en steeds ingewikkeldere leveringsketens. Zo hebben de afgelopen jaren heel wat gebeurtenissen plaatsgevonden die toeleveringsketens onder druk hebben gezet, waaronder de coronapandemie, de blokkade in het Suezkanaal, en de Russische invasie in Oekraïne. Deze gebeurtenissen hebben voor heel wat bedrijven voor verstoringen gezorgd waardoor ze niet meer als voorheen konden functioneren. Bovendien bleek hierdoor al snel duidelijk te zijn dat een verstoring bij één schakel van de toeleveringsketen, grote gevolgen kan hebben voor alle andere schakels. De noodzaak om te evolueren naar meer veerkrachtige structuren, en af te stappen van de moderne geglobaliseerde structuren is daarom duidelijker dan ooit. De vraag is hoe het moet. Vandaar luidt de centrale onderzoeksvraag van deze masterproef als volgt: 'Een veerkrachtige supply chain: hoe omgaan met structurele en onverwachte gebeurtenissen?'

De centrale onderzoeksvraag wordt binnen deze masterproef opgelost aan de hand van drie deelvragen, die elk apart beantwoord worden via een literatuuronderzoek. Om te beginnen wordt de vraag gesteld hoe een toeleveringsketen beheerd wordt. Om hierop een antwoord te kunnen bieden is er eerst gezocht naar de definitie van een toeleveringsketen. Dit is een netwerk van een reeks bedrijfseenheden zoals grondstoffenleveranciers, fabrikanten, transporteurs en detailhandelaren, die in verbinding met elkaar staan. Het omvat alle stappen die een product doorloopt en alle schakels die het gebruikt, vanaf de fabricage tot de aankomst bij de klant. Echter dient zo'n toeleveringsketen ook beheerd te worden, dit wordt gedaan door het supply chain management. Zij voeren alle activiteiten uit die ervoor zorgen dat grondstoffen omgezet kunnen worden in eindproducten en ontvangen kunnen worden door de klanten. Het beheren van de toeleveringsketen is voor vele supply chain managers een hele uitdaging, aangezien toeleveringsketens steeds kwetsbaarder geworden zijn voor verstoringen, meer afhankelijk zijn geworden van externe bronnen en dus complexer zijn geworden. Hierbij kan een supply chain verstoring gedefinieerd worden als een ongewenste situatie die tot risico's voor de bevoorradingsketen kan leiden. Het zijn namelijk gebeurtenissen waardoor een leverancier of een andere schakel van de leveringsketen gedurende een periode geheel of gedeeltelijk niet meer als voorheen kan functioneren. Er zijn verschillende soorten verstoringen die in een toeleveringsketen kunnen voorkomen, in deze masterproef wordt een onderscheid gemaakt tussen verwachte en onverwachte gebeurtenissen, en tussen disrupties aan de vraagzijde, disrupties aan de aanbodzijde, en disrupties door catastrofes. Echter stellen deze verstoringen de veerkracht van verschillende bevoorradingsketens op de proef. Hierbij wordt veerkracht gezien als het vermogen om zich voor te bereiden en te plannen op, te absorberen en te herstellen van en zich met meer succes aan te passen aan ongunstige gebeurtenissen. In een toeleveringsketen wordt veerkracht gezien als het vermogen om zich voor te bereiden op een verstoring, essentiële functies te vervullen tijdens een verstoring, en vervolgens te herstellen van een verstoring zodat een toeleveringsketen zich kan aanpassen aan een vorm die beter geschikt is voor het nieuwe 'heden'.

Om duidelijk te maken welke invloed verstoringen hebben op een toeleveringsketen, worden vijf gebeurtenissen in de tweede deelvraag besproken. Allereerst wordt de COVID-19-pandemie besproken, daarna de Russische invasie in Oekraïne, vervolgens het aanhoudend chauffeurstekort en de klimaatveranderingen, en ten slotte het vastgelopen containerschip in het Suezkanaal. In deze deelvraag, 'Welke problemen en gebeurtenissen vormen een bedreiging voor supply chains?', worden situatieschetsen van de gebeurtenissen gegeven en wordt er duidelijk gemaakt welke gevolgen zulke verstoringen met zich meebrengen. Mogelijke gevolgen zijn onder andere prijsstijgingen, productieonderbrekingen, vernietiging van materiële activa, en verspillingen van de bevoorrading.

Deze gebeurtenissen hebben in het verleden gezorgd voor een drastisch verlies in productiviteit, inkomsten, concurrentievoordeel, en winstgevendheid. Bedrijven hebben daarom nieuwe benaderingen nodig, zodat ze veerkracht kunnen inbouwen. Vandaar luidt de derde deelvraag als volgt 'Hoe moet een supply chain beheerd worden in tijden van disrupties?'. Allereerst wordt in deze sectie vijf eigenschappen van een veerkrachtige toeleveringsketen aangehaald. Hieronder vallen: het vermogen om te anticiperen, zich aan te passen, te reageren, te herstellen en te leren. Vervolgens zijn er negen supply chain managementpraktijken opgelijst die ervoor zorgen dat bedrijven minder vatbaar zijn voor verstoringen in de toeleveringsketens en bij toepassing, veerkrachtiger kunnen reageren. Een eerste mogelijke toepassing is een uitstelstrategie waarbij bedrijven gebruik maken van product- of procesontwerpconcepten zoals gestandaardiseerde en modulaire ontwerpen, om het punt van productdifferentiatie uit te stellen. Een tweede mogelijkheid om een toeleveringsketen veerkrachtiger te maken is het aanleggen van een strategische voorraad. Dit is het aanhouden van extra veiligheidsvoorraden van bepaalde kritieke onderdelen die ervoor zorgen dat een toeleveringsketen soepel kan blijven functioneren bij een onderbreking van leveringen. Ook het opslaan op bepaalde strategische locaties zoals magazijnen, logistieke hubs en distributiecentra die door meerdere partners in de toeleveringsketen zoals detailhandelaren en reparatiecentra worden gedeeld, is hierbij van belang. Een derde mogelijke toepassing is diversificatie van het leveranciersbestand, de productiefaciliteiten en de transportmogelijkheden. Een andere mogelijke toepassing is het werken met leveranciers die strategische allianties vormen met andere leveranciers. Vervolgens zorgt het hebben van een korte toeleveringsketen ook voor meer veerkracht. Dit kan bekomen worden door het uitvoeren van reshoring en nearshoring strategieën. Ook een make-and-buy strategie kan voor veerkracht zorgen. Dit is een strategie waarbij het bedrijf een product zowel zelf produceert, als aankoopt bij een externe leverancier. Verder zijn ook horizontale en verticale samenwerkingen in de toeleveringsketen van belang. Verticale samenwerkingen bestaan uit samenwerkingen met leveranciers, interne samenwerkingen of samenwerkingen met afnemers. Horizontale samenwerking vindt plaats tussen organisaties die op hetzelfde niveau van de toeleveringsketen opereren en die vaak met elkaar concurreren. Om deze samenwerkingen te doen slagen moet men wederzijds doelstellingen hebben, gezamenlijke activiteiten uitvoeren, en informatie met elkaar delen. Tevens is digitalisering van de toeleveringsketen van belang. Hierdoor kan meer zichtbaarheid in de toeleveringsketen gecreëerd worden. Hierbij wordt zichtbaarheid in de toeleveringsketen gedefinieerd als de mate waarin partijen in de toeleveringsketen tijdig toegang hebben tot relevante informatie die essentieel is voor het verbeteren van hun activiteiten. Tenslotte kan veerkracht ook gegenereerd worden door een bedrijfscontinuïteitsplan op te stellen. Dit plan is bedoeld om mogelijke risico's of verstoringen in de toeleveringsketen te voorkomen of te beperken

en om de tijd te verkorten die nodig is om de situatie te herstellen tot een toestand van 'business as usual'. Aan deze managementpraktijken hangen enkele uitdagingen vast. Zo zal er steeds gekeken moeten worden naar de strategische fit en de verdeling tussen kosten en baten.

Naast de negen supply chain managementpraktijken en zijn uitdagingen staat er in de laatste deelvraag ook vermeld welke capaciteiten het supply chain managementteam moet beschikken. Zo zullen ze cognitieve vaardigheden, en sociaal en menselijk kapitaal nodig moeten hebben aangezien deze drie vaardigheden invloed hebben op de zichtbaarheid, het reactievermogen en de flexibiliteit van het supply chain netwerk, die vervolgens zorgen voor een veerkrachtige supply chain.

Tenslotte wordt deze laatste deelvraag beëindigt met een methode om het veerkrachtig vermogen van een bedrijf, te meten. Hierbij is er gezocht naar een manier om de veerkrachtigheid te kwantificeren alvorens een verstoring heeft plaatsgevonden. Dit aan de hand van een zelf opgestelde checklist. Hierin staan er enkele stellingen die aantonen dat een bedrijf een zeer veerkrachtig vermogen heeft wanneer alle stellingen zijn aangevinkt. Wanneer een bedrijf de helft van de stellingen heeft aangeduid kan het bedrijf spreken van een vermogen die net voldoende is om weerstand te bieden tegen een verstoring. Als er niets aangeduid kan worden is het bedrijf niet veerkrachtig. Veerkracht wordt in deze masterproef gezien als de som van een aantal aspecten, het heeft onder andere te maken met digitalisatie, voorraadbeheer, en samenwerkingen. Deze methode is opgesteld op basis van enkele managementpraktijken en kan gezien worden als een eerste voorstel en nieuwe maatstaf om het veerkrachtig vermogen van een bedrijf te meten. Dit, vanwege er in de literatuur vaak wordt aangehaald dat veerkracht pas achteraf, nadat een storing in de toeleveringsketen heeft opgetreden, meetbaar is en er tevens maar weinig studies zijn die zich richten op het meten van veerkracht.

Tot slot kan deze masterproef nog verder geoptimaliseerd worden door onder andere een gericht onderzoek te doen naar de kosten die verstoringen met zich meebrengen en de kosten die nodig zijn om de negen managementpraktijken te implementeren. Hierdoor zullen bedrijven makkelijker een afweging kunnen maken tussen de kosten en de baten. Vervolgens, kan het zinvol zijn om de invloed van bepaalde vaardigheden van supply chain managers, op de veerkracht van een bedrijf, verder te onderzoeken. Hierdoor kan de waarde van supply chain managers met bepaalde vaardigheden beter ingeschat worden. Tenslotte kan deze masterproef verfijnd worden door de stellingen specifiek te maken en de checklist af te nemen bij verschillende bedrijven van verschillende groottes en sectoren zodat er kan nagegaan worden hoe veerkrachtig een bedrijf is en hoe het verschilt per sector en per omvang. Ook kan nagegaan worden of deze checklist over voldoende elementen beschikt en over het algemeen wordt aangeraden door bedrijven die hun veerkrachtigheid willen meten alvorens een storing heeft plaatsgevonden.

Inhoudsopgave

1	Onderzoeksplan	2
1.1	<i>Praktijkrelevantie.....</i>	2
1.2	<i>Probleemstelling</i>	5
1.3	<i>Methodologie</i>	6
2	Supply chain management of hoe worden toeleveringsketens beheerd?.....	8
2.1	<i>Een supply chain</i>	8
2.2	<i>Supply chain management.....</i>	9
2.2.1	Besluitvorming.....	10
2.2.2	Het strategisch beheer van de toeleveringsketen	10
2.2.3	Het tactisch beheer van de toeleveringsketen	10
2.3	<i>Verstoringen in een supply chain</i>	11
2.3.1	Verstoringen aan de vraagzijde	11
2.3.2	Verstoringen aan de aanbodzijde.....	12
2.3.3	Catastrofale verstoringen	12
2.3.4	Overzicht	13
2.4	<i>Een veerkrachtige supply chain.....</i>	13
3	Welke problemen en gebeurtenissen vormen een bedreiging voor supply chains?	14
3.1	<i>COVID-19-pandemie</i>	14
3.2	<i>Russische invasie in Oekraïne</i>	17
3.3	<i>Chauffeurstekort.....</i>	19
3.4	<i>Klimaatverandering.....</i>	21
3.5	<i>Blokkade Suezkanaal - Ever Given</i>	25
3.6	<i>Overzicht.....</i>	26
4	Hoe moet een supply chain beheerd worden in tijden van disrupties?	28
4.1	<i>Eigenschappen van supply chain resilience</i>	28
4.1.1	Het vermogen om te anticiperen	28
4.1.2	Het aanpassingsvermogen.....	29
4.1.3	Het vermogen om te reageren	29
4.1.4	Het vermogen om te herstellen	29

4.1.5	Het vermogen om te leren.....	29
4.2	<i>Supply chain managementpraktijken</i>	30
4.2.1	Een uitstelstrategie	30
4.2.2	Strategische voorraad	30
4.2.3	Diversificatie	31
4.2.4	Netwerk van leveringsallianties	33
4.2.5	Bepaling van de locaties.....	33
4.2.6	Make-and-buy strategie	33
4.2.7	Horizontale en verticale samenwerkingen	34
4.2.8	Digitalisering van de toeleveringsketen	36
4.2.9	Een bedrijfscontinuïteitsplan	38
4.3	<i>Uitdagingen van supply chain managementpraktijken</i>	39
4.3.1	Kosten versus baten	39
4.3.2	Strategische fit	39
4.4	<i>Het supply chain management</i>	40
4.4.1	Sociaal kapitaal.....	40
4.4.2	Menselijk kapitaal	41
4.4.3	Cognitieve vaardigheden	41
4.5	<i>Hoe kan veerkracht gemeten worden?</i>	42
5	Conclusie	44
6	Discussie	46
6.1	<i>Opmerkingen huidig onderzoek</i>	46
6.2	<i>Aanbevelingen toekomstig onderzoek</i>	47
7	Referentielijst	48
8	Bijlagen	54
8.1	<i>Checklist: 'Hoe veerkrachtiger is uw bedrijf?'</i>	54

Lijst van figuren en tabellen

Figuur 1: een toeleveringsketen	8
Figuur 2: supply chain management (Mensah & Merkuryev, 2014)	9
Figuur 3: inflatie België (Consumptieprijsindex Statbel, z.d.).....	16
Figuur 4: ontwikkelingen van de gasprijs in het eurogebied (Arce et al., 2023)	18
Figuur 5: effect van verstoringen op toeleveringsketens (Woetzel et al., 2020).....	24
Figuur 6: vaardigheden van supply chain managers (Nikookar & Yanadori, 2021).....	40
Tabel 1: soorten verstoringen	13
Tabel 2: effecten van verschillende disrupties.....	26

1 Onderzoeksplan

1.1 Praktijkrelevantie

Moderne bedrijven opereren in een snel veranderende, complexe omgeving (Munir et al., 2020) met wereldwijde distributieproblemen en steeds ingewikkeldere leveringsketens (Destino et al., 2022), wat resulteert in hogere niveaus van kwetsbaarheid en tot risico's voor de verschillende bevoorradingsketens (Munir et al., 2020).

Het logistiek gegeven van de wereldwijde handel is zelden een onderwerp van veel discussie geweest in redactiekamers of bestuurskamers, maar de afgelopen twee jaar heeft het onderwerp bovenaan de agenda gestaan (Henrich et al. 2022). In de praktijk bleek namelijk dat moderne productiemethoden, geglobaliseerde leveringsketens en kortere productlevenscycli ervoor hebben gezorgd dat het risico op verstoringen, waarmee veel leveringsketens worden geconfronteerd, verhoogd worden (Khojasteh, 2018). Ook was de stijgende relevantie van deze problemen duidelijk te merken in de literatuur. Zo verschenen er krantenkoppen als 'Rusland wil geen olie en gas meer leveren als er een prijsplafond komt en Poetin noemt graanakkoord "bedrog"' (Nws, 2022) en 'Blokadeschip Ever Given mag na drie maanden gesteggel over geld het Suezkanaal verlaten' (Smit, 2021) in de media.

Niet alleen het belang in de media toont de relevantie van onderzoek naar een veerkrachtige supply chain aan. Ook het toegenomen aantal verstoringen en de evolutie ervan geeft dit weer. Zo bleek uit onderzoek van McKinsey Global Institute dat bedrijven gemiddeld om de 3,7 jaar te maken krijgen met een verstoring van één tot twee maanden (Henrich et al. 2022). Tevens gaf Aliche et al. ook aan dat de operationele risico's voor toeleveringsketens de afgelopen jaren zijn toegenomen en versterkt door bijvoorbeeld de gevolgen van COVID-19 (2020).

Wanneer gekeken wordt naar de kwetsbaarheid van bedrijven bleek uit onderzoek van Tang dat de meeste bedrijven weinig tijd en middelen investeerden in het beheer van risico's omtrent toeleveringsketens. Zo kwam uit een studie, uitgevoerd door Computer Sciences Corporation, aan het licht dat in 2003, de toeleveringsketen van 43% van 142 bedrijven, gaande van consumentengoederen tot gezondheidszorg, kwetsbaar was voor verstoringen. Tevens bleek uit onderzoek van Tang dat 38% van de 247 ondernemingen te veel risico's in hun toeleveringsketens hadden die niet werden beheerd (2006). Ook hebben de meeste bedrijven blinde vlekken in hun risicobeheeractiviteiten van de toeleveringsketen. Dit kwam aan het licht tijdens een onderzoek in 2021 van McKinsey. Zo bleek hieruit, dat iets minder dan de helft van de leidinggevende van toeleveringsketens inzicht heeft in de locatie van hun Tier 1-leveranciers. Verder gaf dit onderzoek ook een tweede blinde vlek weer, namelijk het feit dat slechts 2 procent hetzelfde kon zeggen over leveranciers op het derde niveau en daarbuiten. Dit is opmerkelijk omdat de meeste verstoringen hun oorsprong vinden in deze diepere lagen van de toeleveringsketen (2021).

Nu mag duidelijk zijn dat bedrijven kwetsbaar zijn voor verstoringen en de kennis van de mogelijke risico's bijgeschaafd mag worden aangezien niet één maar wel verschillende oorzaken aan de basis van die kwetsbaarheid liggen. Die oorzaken kunnen gebeurtenissen zijn die onverwachts of geleidelijk aan gebeuren zoals de onverwachte verstoring op het Suezkanaal. Kortom werd op 23 maart 2021 het Suezkanaal, een van de meest gebruikte scheepvaartroutes, geblokkeerd door een enorm containerschip - de Ever Given. Tijdens de blokkade werd de wereldhandel onder druk gezet doordat er een enorme opstopping was van meer dan 370 schepen. Vaartuigen van alle soorten moesten wachten tot de obstructie was opgelost om door het kanaal te kunnen varen. De blokkade had tot gevolg dat de levering van goederen ter waarde van meer dan 9 miljard dollar per dag werd verstoord, wat neerkomt op 400 miljoen dollar handel per uur. Aangezien het kanaal 6 dagen vastzat, werd het handelsverlies geschat op ongeveer 54 miljard dollar (Lee & Wong, 2021).

Een ander voorbeeld is het wereldwijde en aanhoudende chauffeurstekort. Volgens het laatste jaarverslag van de IRU, dat betrekking had op 1.500 bedrijven in 25 landen, werden in 2021 ongeveer 2,6 miljoen vacatures voor chauffeurs niet ingevuld. Bovendien bleek hieruit dat transportbedrijven voorspelde dat het tekort aan vrachtwagenchauffeurs ging blijven toenemen. Het chauffeurstekort heeft recordniveaus bereikt en vormt een duidelijke bedreiging voor de doorstroming van de bevoorradingsketens. Hierdoor lopen reeds onder druk staande economieën en gemeenschappen een groter risico op inflatie, sociale mobiliteitsproblemen en een ineenstorting van de toeleveringsketen. Het tekort aan vrachtwagenchauffeurs blijft dus wereldwijd een structureel probleem, en zal naar verwachting een factor zijn die de groei van het goederenvervoer over de weg beperkt (International Road and Transport Union, z.d.).

Naast het chauffeurstekort en de blokkade op het Suezkanaal heeft ook de COVID-19-pandemie een wereldwijd effect gehad op de logistieke processen van verschillende bedrijven. Met de gevolgen van dien, denk aan een stijging van de vraag naar essentiële producten in combinatie met een daling van de vraag naar niet-essentiële producten, tekort aan materiaalvoorraden, verminderde productiecapaciteit, onbeschikbaarheid van werknemers, verminderde logistieke capaciteit, verlies van fysieke distributiekanaalen en vertragingen bij vervoer en distributie (Sawik, 2022). De pandemie heeft dus laten zien hoe afhankelijk de wereld is van toeleveringsketens en hoe kwetsbaar lineaire en oude supply chain processen kunnen zijn (Maharjan & Kato, 2022).

De drie bovenstaande voorbeelden van problemen zijn voelbaar bij zowel bedrijven als consumenten en geven aan dat organisaties een nieuwe aanpak nodig hebben om risico's te beheren en veerkracht in te bouwen (Alicke et al., 2020). Samenvattend kan men dan ook stellen dat moderne leveringsketens meer en meer vatbaarder zijn geworden voor zo'n soort verstoringen van de leveringsketens. Dit is te wijten aan een combinatie van verschillende factoren en trends. De laatste jaren zijn bijna alle bedrijfstakken geconfronteerd met een verscherpte concurrentie en een versnelde globalisering van de markten. Dit heeft geleid tot een enorme druk om de bedrijfsprocessen binnen en tussen bedrijven efficiënter te maken en/of beter op elkaar af te stemmen. Dit, door bijvoorbeeld grote delen van de productie- en R&D-activiteiten uit te besteden en te offshoren, inkopen te doen in lagelonenlanden, voorraden en onbenutte capaciteit te verminderen, de toeleveringsbasis te stroomlijnen en intensiever samen te werken met andere

actoren in de toeleveringsketen. Desalniettemin zorgen de gevolgen van dergelijke initiatieven vaak voor een grotere afhankelijkheid tussen bedrijven en zorgen ze bovendien ook voor langere en complexere toeleveringsketens met wereldwijde activiteiten die de kwetsbaarheid van toeleveringsketens voor onverwachte gebeurtenissen vergroten. De huidige initiatieven op het gebied van supply chain management hebben dus een groot potentieel om activiteiten slanker en/of wendbaarder te maken in een stabiele omgeving. Echter vergroten ze tegelijkertijd de kwetsbaarheid van toeleveringsketens, d.w.z. minder goed in staat zijn om schokken en verstoringen op te vangen, te neutraliseren en te voorkomen die aanzienlijke, zo niet catastrofale gevolgen kunnen hebben voor de onderneming (Wagner & Bode, 2006). Er zal dan ook een balans gevonden moeten worden tussen de huidige manier van werken en het inbouwen van veerkracht, aangezien verstoringen de komende jaren alleen maar gaan toenemen. Deze balans zal gevonden moeten worden door supply chain managementpraktijken toe te passen. Zeker in situaties van grote onzekerheid, zoals de COVID-19-epidemie, is de toepassing van deze praktijken door een supply chain management van belang aangezien zij weerstand kunnen bieden tegen verstoringen in de toeleveringsketen.

Hierom kan er samenvattend gesteld worden dat een veerkrachtige en efficiënte supply chain van cruciaal belang is. Deze masterproef gaat dan ook verder in op de soorten verstoringen en hoe bedrijven hierop kunnen anticiperen. Voor een bedrijf is het immers van vitaal belang deze risico's te achterhalen en te reduceren want door zulke risico's zijn gang te laten gaan komt de operationele werking en de winstgevendheid van een bedrijf in het gedrang.

1.2 Probleemstelling

Zoals gebleken uit de praktijkrelevantie, zijn toeleveringsketens tegenwoordig zeer complex. Deze dienen veerkrachtiger te worden zodat men een antwoord kan bieden op structurele en onverwachte problemen die kunnen voorkomen in een logistiek proces. Vandaar luidt de centrale onderzoeksvraag van deze masterproef als volgt: 'Een veerkrachtige supply chain: hoe omgaan met structurele en onverwachte gebeurtenissen?'.

Om een antwoord te kunnen bieden op de centrale onderzoeksvraag zijn er enkele ondersteunende deelvragen geformuleerd.

Om te beginnen zal er gezocht worden naar een antwoord op de deelvraag 'Supply chain management of hoe worden toeleveringsketens beheerd?'. Het antwoord hierop zal nodig zijn om een beter beeld te creëren over hoe bedrijven hun logistieke activiteiten beheren. Bovendien zullen verschillende begrippen die in deze masterproef aan bod komen gedefinieerd worden. De betekenis van deze definities zal dankzij een literatuuronderzoek achterhaald worden. Zo, zal er een definitie worden gegeven aan een toeleveringsketen en een supply chain netwerk.

Vervolgens wordt de tweede deelvraag van deze masterproef achterhaald. Deze gaat als volgt: 'Welke problemen en gebeurtenissen vormen een bedreiging voor supply chains?'. In dit onderdeel van de masterproef zullen voorbeelden worden gegeven van verschillende gebeurtenissen die afgelopen jaren een belangrijk effect hebben veroorzaakt op de verscheidene logistieke processen van bedrijven. Van deze voorbeelden zal er een situatieschets gemaakt worden en zal een omschrijving van de gevolgen worden gegeven. Ten slotte wordt in welke mate deze problemen, de bedrijven hebben getroffen, aangehaald.

Eens de structurele en onverwachte problemen zijn aangehaald en de gevolgen van dien in kaart zijn gebracht kan men op zoek gaan naar de mogelijke oplossingen hiervan. Deze zullen in de laatste deelvraag, 'Hoe kan een beter supply chain management een meer veerkrachtige supply chain opleveren?', onderzocht worden. De oplossingen die hieruit voortkomen worden nader uitgelegd aan de hand van een literatuurstudie en zal gecategoriseerd worden in verscheiden groepen zoals korte en lange termijn oplossingen. Hierbij staat de veerkrachtigheid van een toeleveringsketen centraal en zal een beter beeld gecreëerd worden hoe men tot een veerkrachtige toeleveringsketen kan komen.

Wanneer een antwoord is geformuleerd op de drie deelvragen kan men een conclusie vormen en een antwoord geven op de onderzoeksvraag. Hieruit zal blijken waarom de veerkrachtigheid van een logistiek proces van belang is en welke aanbevelingen ik kan geven aan bedrijven die bereid zijn om te investeren in hun logistieke keten.

1.3 Methodologie

De onderzoeksvraag en de bijbehorende deelvragen zullen beantwoord worden door middel van een literatuurstudie. Op deze manier kan een conclusie gevormd worden vanuit de literatuur en kan dit eventueel in een latere fase worden afgetoetst aan de praktijk.

De literatuur die voor de eerste deelvraag, 'Supply chain management of hoe worden toeleveringsketens beheerd?', gebruikt zal worden is zowel wetenschappelijke literatuur als vakliteratuur. De wetenschappelijke literatuur zal voornamelijk gevonden worden via Google Scholar en via de universiteitsbibliotheek van UHasselt. De vakliteratuur die gebruikt zal worden komen uit magazines zoals Flows, Business Logistics, McKinsey and Company, Value Chain Management en Financial Times. Enkele zoektermen die gebruikt zullen worden om een antwoord te kunnen bieden op de eerste deelvraag zijn de volgende: 'supply chain disruptions', 'supply chain network' en 'supply chain management'. Vervolgens wordt de relevantie van de bron bepaald door de gevonden literatuur eerst globaal door te nemen en nadien op zoek te gaan naar relevante kernbegrippen. Indien deze op het eerste zicht interessant lijken en voldoende informatie bieden, worden ze geheel of gedeeltelijk in de diepte gelezen en worden de gebruikte referenties van het artikel verder onderzocht. Vervolgens worden de belangrijkste delen van de verscheiden artikelen gecategoriseerd zodat informatie efficiënt teruggevonden kan worden.

Bij de tweede deelvraag, 'Welke problemen en gebeurtenissen vormen een bedreiging voor supply chains?', zal dezelfde methode gebruikt worden als de eerste deelvraag. Alleen zullen er in deze deelvraag andere zoekwoorden gebruikt worden. Met behulp van zoektermen zoals 'the effect of Suez canal blockage on supply chains' en 'impact COVID-19 on supply chains' zal een beter beeld gecreëerd worden over welke impact zulke verstoringen hadden op de verschillende toeleveringsketens en hoe sterk deze gevolgen waren.

Voor het uitwerken van de laatste deelvraag, 'Hoe moet een supply chain beheerd worden in tijden van disrupties?', zal er dezelfde strategie worden toegepast als deelvraag één en twee. Echter zullen hier andere zoekwoorden voor gebruikt worden, zoals 'supply chain resilience', 'risicomanagement in supply chains' en 'supply chain agility'. Hierdoor zal een groot aantal artikels gevonden worden waardoor er een beter beeld gevormd kan worden over wat een veerkrachtige toeleveringsketen juist is, wat de eigenschappen daarvan zijn, en hoe bedrijven hun veerkracht kunnen meten. Op deze manier kan de literatuur dan ook worden afgetoetst aan de praktijk.

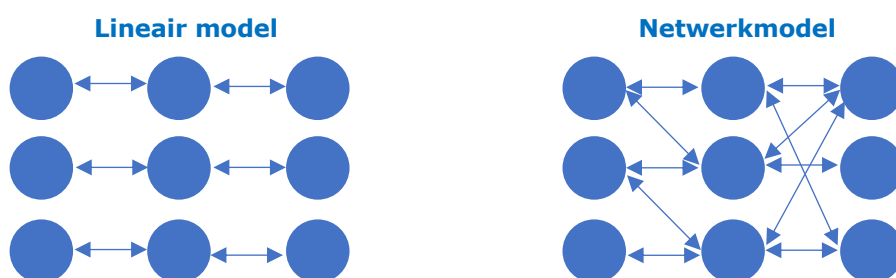
2 Supply chain management of hoe worden toeleveringsketens beheerd?

Deze sectie is geweid aan het definiëren van verschillende begrippen en concepten die in de hiernavolgende secties worden aangehaald. Allereerst zal er betekenis worden gegeven aan een supply chain en een supply chain management. Vervolgens wordt een verstoring gedefinieerd zodat nadien een betekenis kan worden geven aan een veerkrachtige supply chain.

2.1 Een supply chain

Alvorens na te denken over de veerkracht van een supply chain is het noodzakelijk om een beter inzicht te krijgen in de supply chain zelf. Deze term wordt in het verdere verloop van de masterproef ook gedefinieerd als een toeleveringsketen of een bevoorradingsketen. Toeleveringsketens zijn vaak in de literatuur geconceptualiseerd als eenvoudige lineaire systemen die worden voorgesteld door een reeks gebeurtenis afhankelijke bedrijven die via onderlinge relaties op elkaar inwerken. Deze lineaire opvatting van opeenvolgende relaties heeft weliswaar een aantrekkelijke structuur, maar de realiteit van moderne toeleveringsketens wordt hierbij sterk overschat en vertekend. De lineaire visie houdt namelijk onvoldoende rekening met de onderlinge afhankelijkheid tussen een groot aantal heterogene bedrijven in de bevoorradingsketens. Vandaar dat in deze masterproef een toeleveringsketen wordt voorgesteld als een netwerkmodel. In deze theorie wordt een bevoorradingsketen gemodelleerd als een netwerk met een reeks knooppunten, die voor autonome bedrijfseenheden staan, en een reeks verbindingen, die deze ondernemingen met elkaar verbindt waardoor producten of diensten gecreëerd kunnen worden (Hearnshaw & Wilson, 2013).

Figuur 1: een toeleveringsketen



In bovenstaande figuur worden de knooppunten weergegeven als cirkels en de verbindingen als pijlen. Knooppunten kunnen bedrijven zijn zoals grondstoffenleveranciers, fabrikanten, transporteurs en detailhandelaren. Het omvat alle stappen die een product doorloopt en alle schakels die het gebruikt, vanaf de fabricage tot de aankomst bij de klant. Verbindingen tussen bedrijven vertegenwoordigen uitwisselingsrelaties en indien aanwezig, het onderliggende contract. Bij het modelleren van uitwisselingsrelaties kunnen enkele soorten verbindingen in acht worden genomen, waaronder materiaalstromen, informatiestromen en financiële stromen. Materiaalstromen verwijzen naar de overdracht van fysieke producten, informatiestromen verwijzen naar de overdracht van

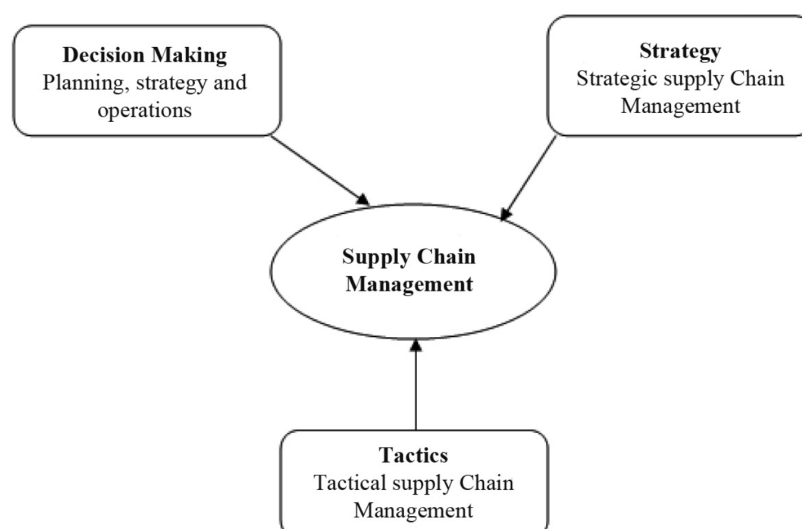
coördinerende gegevens en financiële stromen verwijzen naar de overdracht van monetaire middelen, alle met betrekking tot de uitwisseling van producten of diensten (Hearnshaw & Wilson, 2013). De leveringsketen kan dus gedefinieerd worden als het onderling verbonden traject dat grondstoffen, onderdelen en goederen afleggen. Het bestaat uit onderling verbonden delen van een geheel, die allemaal bijdragen tot eindproducten die door klanten worden gekocht. Neem bijvoorbeeld auto's. Voordat een consument een auto koopt, wordt ijzererts uit de aarde gehaald. Het erts wordt vervoerd naar een fabriek, waar het wordt omgezet in staal, dat wordt verwerkt tot het chassis van de auto. Om de auto te maken worden verschillende onderdelen, van motoren tot batterijen, elektrische componenten, rubberen banden, een metalen carrosserie en verf, geassembleerd. Zodra de auto is gemaakt, wordt hij verkocht aan de eindgebruiker (What is supply chain?, 2022).

2.2 Supply chain management

Het supply chain management is gericht op het analyseren en het beheren van de toeleveringsketen. Hiervoor dient het managementteam verschillende activiteiten uit te voeren. Deze omvatten de planning en het beheer van alle activiteiten op het gebied van inkoop, conversie en logistiek. Tevens omvat het ook de coördinatie en samenwerking met kanaalpartners, zoals leveranciers, tussenpersonen, externe dienstverleners en klanten. In wezen integreert supply chain management het beheer van vraag en aanbod binnen en tussen bedrijven (Mensah & Merkuryev, 2014).

Bij het beheer van de toeleveringsketen zijn drie factoren essentieel, besluitvorming, strategie en tactiek. Deze factoren worden geïllustreerd in figuur 2 hieronder (Mensah & Merkuryev, 2014).

Figuur 2: supply chain management (Mensah & Merkuryev, 2014)



2.2.1 Besluitvorming

De besluitvorming omvat een planning, strategie en operaties. Het bestaat in feite uit het definiëren van de doelen van de organisatie, het vaststellen van een strategie om de noodzakelijke doelen te bereiken, en het integreren en coördineren van activiteiten door middel van goede afspraken (Mensah & Merkuryev, 2014).

2.2.2 Het strategisch beheer van de toeleveringsketen

Het strategisch supply chain management is essentieel omdat het zijn hoofddoel moet bereiken en dat is hoogstwaarschijnlijk de tevredenheid van de klant. Om dit doel te bereiken, moet de organisatie over de nodige competenties en vaardigheden beschikken om betrouwbare leveranciers te selecteren en met elkaar in contact te brengen. Hierdoor kan waarde worden toegevoegd aan materialen, producten en diensten in de toeleveringsketen, hetgeen zou leiden tot winstgevendheid en concurrentievoordelen (Mensah & Merkuryev, 2014).

2.2.3 Het tactisch beheer van de toeleveringsketen

Aangezien de toeleveringsketen dynamisch is, moet tegelijkertijd een tactisch beheer van de toeleveringsketen worden toegepast om in te spelen op eventuele veranderingen in de toeleveringsketen in de huidige concurrerende wereld, zo niet kunnen organisaties hun doelstellingen niet bereiken. Het tactisch beheer van de toeleveringsketen omvat het voortdurend volgen van activiteiten in de toeleveringsketen met behulp van passende IT-software, het delen van informatie en het voortdurend plannen en aanbrengen van de nodige veranderingen (Mensah & Merkuryev, 2014).

2.3 Verstoringen in een supply chain

Het beheren van de toeleveringsketen is voor vele supply chain managers een hele uitdaging, aangezien toeleveringsketens steeds kwetsbaarder geworden zijn voor verstoringen, meer afhankelijk zijn geworden van externe bronnen en dus complexer zijn geworden (Mensah & Merkurjev, 2014). Hierbij kan een supply chain verstoring gedefinieerd worden als een ongewenste situatie die tot risico's voor de bevoorradingsketen kan leiden (Wagner & Bode, 2006). Het zijn namelijk gebeurtenissen waardoor een leverancier of een andere schakel van de leveringsketen gedurende een periode geheel of gedeeltelijk niet meer als voordien kan functioneren (Snyder et al., 2016).

Er zijn verschillende soorten disrupties die in de toeleveringsketen voorkomen, zo zijn er grote verstoringen zoals aardbevingen, terrorisme, tsunami's, en SARS en de meer gewone risico's die hoofdzakelijk van operationele aard zijn (Tang, 2006). In deze masterproef maken we een onderscheid tussen verstoringen door verwachte gebeurtenissen en verstoringen door onverwachte gebeurtenissen. In de praktijk wordt een leveringsketen vaak geconfronteerd met verstoringen die een verwachte kans van optreden en omvang van de impact hebben, als gevolg van prognosefouten door vraagschommelingen, machinebreuk en slechte prestaties van leveranciers. Bij onvoorspelbare, onverwachte en door de mens veroorzaakte rampen gaat het voornamelijk over verstoringen zoals een terroristische aanslag of een verspreiding van het coronavirus (Chen et al., 2015).

Naast onverwachte en verwachte verstoringen, maken we in deze masterproef ook een onderscheid tussen disrupties aan de vraagzijde, disrupties aan de aanbodzijde, en disrupties door catastrofes. Deze drie klassen zijn zeker niet volledig en dekken niet alle risico's die inherent zijn aan leveringsketens, zo past bijvoorbeeld een verstoring als gevolg van wetswijzigingen niet in één van deze drie klassen. Echter is er in deze literatuurstudie wel gekozen voor deze drie soorten aangezien risico's aan de vraag- en aanbodzijde ongetwijfeld tot de belangrijkste kwesties in het risicobeheer van leveringsketens behoren en catastrofale risico's momenteel zeer actueel zijn en ruime aandacht krijgen (Wagner & Bode, 2006).

2.3.1 Verstoringen aan de vraagzijde

Verstoringen aan de vraagzijde vloeien voort uit verstoringen die zich voordoen bij activiteiten in de toeleveringsketen. Dit omvat enerzijds verstoringen in de fysieke distributie van producten naar de eindgebruiker, waarbij het vooral gaat om vervoersoperaties (bv. een staking van vrachtwagenchauffeurs) en het distributienetwerk (bv. een brand in een magazijn). Anderzijds kunnen verstoringen aan de vraagzijde voortvloeien uit de onzekerheid over de willekeurige vraag van de klanten. Verstoringen ontstaan dan door een mismatch tussen de prognoses van een bedrijf en de werkelijke vraag en door een slechte coördinatie van de leveringsketen. Gevolgen daarvan zijn kostbare tekorten, veroudering van de stock, en inefficiënt capaciteitsgebruik. Hoewel risicobeheer aan de vraagzijde kan worden bestempeld als een basisdiscipline, vormt het voor veel bedrijven nog steeds een belangrijke risicobron (Wagner & Bode, 2006).

2.3.2 Verstoringen aan de aanbodzijde

Verstoringen aan de aanbodzijde kunnen gedefinieerd worden als onzekerheden die zich voordoen bij het uitvoeren van activiteiten door de leverancier. Het houdt verband met de inkoop, leveranciersrelaties en andere leveranciersactiviteiten. Daartoe behoren bedrijfsrisico's van leveranciers, beperkingen van de productiecapaciteit op de toeleveringsmarkt, kwaliteitsproblemen, technologische veranderingen, en veranderingen in het productontwerp (Wagner & Bode, 2006).

De bedrijfsrisico's van de leverancier hebben betrekking op de verschillende gebeurtenissen die de continuïteit van de leverancier aantasten en leiden tot een tijdelijke of permanente verstoring of beëindiging van de relatie tussen afnemer en leverancier. Dit soort gebeurtenis kan bijvoorbeeld een verticale integratie zijn tussen de directe concurrent van de afnemer en de leverancier, waardoor de relatie moet worden beëindigd. Een ander soort gebeurtenis kan de financiële instabiliteit van de leverancier zijn. Als een leverancier niet winstgevend is, kan hij namelijk niet langer handeldrijven waardoor de relatie zal worden stopgezet (Wagner & Bode, 2006).

Capaciteitsbeperkingen of -tekorten en slechte logistieke prestaties vloeien voort uit onopgeloste problemen in het productie- en exploitatiebeheer van de leverancier. Hierdoor is er weinig leveringsbetrouwbaarheid. Bovendien is een slechte kwaliteit van de aangekochte producten of diensten een aanzienlijk risico en kan dit een domino-effect veroorzaken doorheen de toeleveringsketen, tot bij de eindafnemer (Wagner & Bode, 2006).

Ten slotte kan het onvermogen van leveranciers om zich aan te passen aan veranderingen in technologie of productontwerp nadelige gevolgen hebben voor de kosten en het concurrentievermogen van de klant (Wagner & Bode, 2006).

2.3.3 Catastrofale verstoringen

Deze klasse omvat verstoringen van de bevoorradingsketen die, wanneer zij zich voordoen, een ernstige impact hebben in termen van omvang in het gebied waar zij zich voordoen. Het gaat om natuurrampen, sociaal-politieke instabiliteit, burgerlijke onrust, economische verstoringen en terroristische aanslagen (Wagner & Bode, 2006).

In veel regio's van de wereld vormen natuurrampen zoals tsunami's, droogte, aardbevingen, orkanen en overstromingen een constante bedreiging voor samenlevingen in het algemeen en voor bedrijven in het bijzonder. De negatieve gevolgen voor leveringsketens liggen voor de hand, aangezien productiefaciliteiten en transport zeer kwetsbaar zijn voor natuurrampen. Door de globalisering van de markten en een toename in activiteiten van toeleveringsketens over de hele wereld, hebben lokale rampen steeds vaker indirecte wereldwijde gevolgen (Wagner & Bode, 2006).

2.3.4 Overzicht

In onderstaande tabel kan men enkele mogelijke disrupties zien staan met het soort verstoring die primeert. Deze verstoringen worden in de volgende sectie verder uitgelegd.

Tabel 1: soorten verstoringen

Verstoringen	Soort verstoring					
	Vraagzijde		Aanbodzijde		Catastrofe	
	Verwacht	Onverwacht	Verwacht	Onverwacht	Verwacht	Onverwacht
COVID-19-pandemie						X
Russische invasie in Oekraïne						X
Chauffeurs-tekort			X			
Klimaatverandering					X (Vb. droogte)	X (Vb. vulkaanuitbarsting)
Blokkade Suezkanaal		X				

2.4 Een veerkrachtige supply chain

Verwachte en onverwachte verstoringen zijn een onvermijdelijk onderdeel van de globale toeleveringsketens, ongeacht de nichemarkt waarin die toeleveringsketens opereren of de kritische aard van de goederen en diensten die ze leveren. Echter stellen deze verstoringen de veerkracht van verschillende wereldwijde bevoorradingsketens op de proef. Hierbij wordt veerkracht gezien als het vermogen om zich voor te bereiden en te plannen op, te absorberen en te herstellen van en zich met meer succes aan te passen aan ongunstige gebeurtenissen. Een veerkrachtige bevoorradingsketen is dan ook in staat te herstellen van de negatieve gevolgen van verwachte en onverwachte verstoringen en kan zich aanpassen aan onzekere toekomstige gebeurtenissen. In een toeleveringsketen wordt veerkracht dan ook meer gezien als het vermogen om zich voor te bereiden op een verstoring, essentiële functies te vervullen tijdens een verstoring, en vervolgens te herstellen van een verstoring zodat een toeleveringsketen zich kan aanpassen aan een vorm die beter geschikt is voor het nieuwe "heden". Hiervoor dienen de supply chain managers van een bevoorradingsketen risicobeheer activiteiten doeltreffend in te plannen, waardoor de bevoorradingsketen verstoringen van verschillende duur, impact en waarschijnlijkheid kan opvangen, ervan kan herstellen en zich eraan kan aanpassen, wat tevens essentieel is om de werking en het succes van de bevoorradingsketen te garanderen (Golan et al., 2020).

3 Welke problemen en gebeurtenissen vormen een bedreiging voor supply chains?

Hoewel de COVID-19-pandemie de grootste schok voor toeleveringsketens in de recente geschiedenis heeft veroorzaakt, zijn er andere voorbeelden in overvloed. De Russische invasie in Oekraïne heeft geleid tot de ergste humanitaire crisis in Europa sinds de Tweede Wereldoorlog, alsook tot verstoringen van de toeleveringsketen in kritieke sectoren, zoals landbouw, auto's, energie en voedsel. Door veranderingen in het milieu en de wereldeconomie zijn de frequentie en de omvang van deze schokken toegenomen. Zo legden de aardbeving en tsunami van 2011 in Japan elektronicafabrieken stil, en verstoorde de orkaan Harvey in 2017 de Amerikaanse olieraffinaderijen en petrochemische fabrieken, wat uiteindelijk leidde tot tekorten aan bepaalde kunststoffen en harsen die van cruciaal belang zijn voor verschillende industrieën (What is supply chain?, 2022). Tenslotte zijn er de afgelopen jaren ook nog andere crisissen geweest zoals de semiconductors crisis, wat grote gevolgen had voor de toeleveringsketens van de auto-industrie. Door het gebrek aan cruciale onderdelen hadden autofabrikanten over de hele wereld de afgelopen twee jaar hun productie moeten inkrimpen. Echter kunnen we in deze masterproef niet alle schokken aanhalen, vandaar dat men focust op vijf disrupties waaronder de COVID-19-crisis, de Russische invasie in Oekraïne, het chauffeurstekort, de klimaatveranderingen en de versperring in het Suezkanaal.

3.1 COVID-19-pandemie

Eind 2019 werden de eerste ziektes door een infectie van het SARS-CoV-2 opgemerkt in Wuhan, China. De maanden nadien verspreide het coronavirus zich al snel naar andere delen van de wereld waardoor we op 11 maart 2020 officieel konden spreken van een pandemie, namelijk de coronapandemie (Gezondheid en wetenschap, z.d.). Om de verspreiding tegen te gaan legden overheden maatregelen op zoals het dragen van mondmaskers, sociale distantie, sluiting van de grenzen, lockdowns, sluiting van bepaalde bedrijven waaronder horecazaken en pretparken, wat geleid heeft tot wereldwijde verstoringen in verschillende toeleveringsketens.

In 2020 behoorden tekorten in het aanbod van veel goederen tot de meest prominente onderwerpen in de media, beleidsdiscussies en dagdagelijkse gesprekken. De vraagstructuur veranderde drastisch en de aanbodzijde was getuige van gesloten fabrieken en lege winkelrekken. Men kon dan ook stellen dat het evenwicht tussen vraag en aanbod van verschillende goederen verstoord was. Dit kwam voornamelijk door onderbrekingen in het internationale vervoer en de sluiting van de grenzen. Aan het begin van de pandemie brachten de tekorten in het aanbod, de consumenten in paniek en deden ze meer inkopen dan ze nodig hadden, terwijl anderen te kampen hadden met voedseltekorten als gevolg van verminderde inkomens. Ook de producenten hadden hier de gevolgen van ondervonden. Door de langdurige afsluiting en het gebrek aan arbeidskrachten in combinatie met de bestaande logistieke problemen, was er een enorme terugval in de productie, waardoor sommigen hun producten niet konden verkopen en hierdoor gedwongen waren massale hoeveelheden goederen te

laten rotten. Producenten kenden dus een vermindering in hun productiecapaciteit en in hun inkomen (Özdemir et al., 2022).

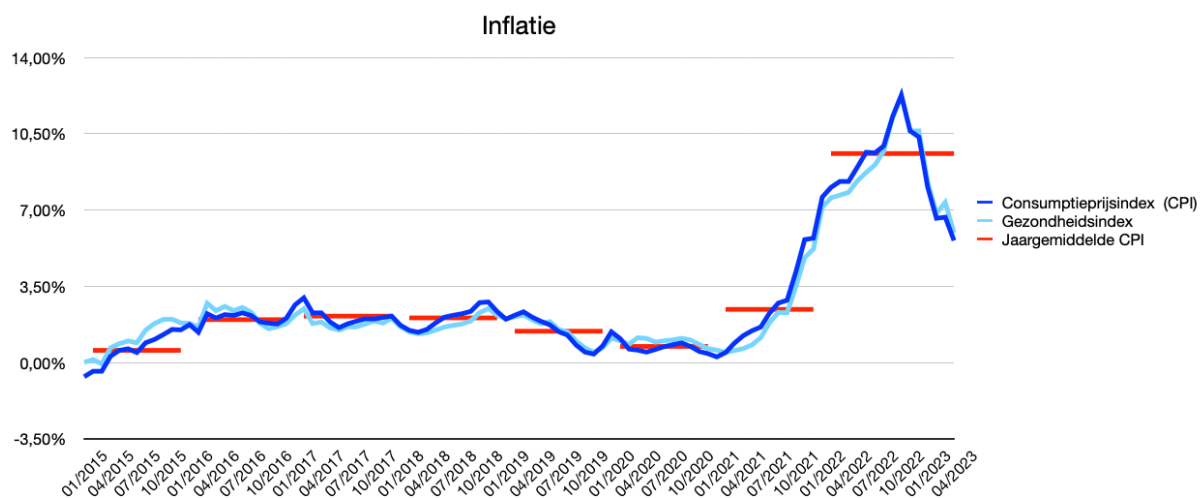
Echter kenden men niet alleen een verandering in vraag en aanbod van verschillende goederen, ook de manier waarop we producten aankochten is na enkele maanden tijdens de coronapandemie veranderd. De toevlucht naar elektronische handel kende een enorme toename, wat tevens ook zorgde voor een verdere toename van gecontaineriseerde handelsstromen. Echter was de stijging van de vraag sterker dan verwacht en ging deze niet gepaard met voldoende scheepscapaciteit. Lege containers om de export van China naar bestemmingen in het buitenland te vervoeren waren niet beschikbaar aangezien deze werden achtergelaten op plaatsen waar ze niet nodig waren, en herpositionering op dat moment nog niet gepland was. Er was dan ook een grote vertraging ontstaan in de hele maritieme toeleveringsketen als gevolg van de door de pandemie veroorzaakte spanningen, zoals tekorten aan arbeidskrachten in de havens, opstoppingen in havens, en capaciteitsbeperkingen in vrachtwagens en andere vervoerssystemen. Dit had een grote impact op de containercrisis. Door deze factoren namen de verblijftijden van containers toe en konden lege containers niet terugkeren naar het systeem waarin ze het meest nodig waren. Dit heeft ertoe geleid dat de vrachttarieven historische hoogten hebben bereikt (Container shipping in times of COVID-19: Why freight rates have surged and implications for policy makers, 2021). Echter zijn de containertarieven na twee woelige coronajaren weer op pre-covid niveau, de lange wachttijden in de havens zijn voorbij en het containertekort is opgelost. (Logistiek raderwerk draait stilaan weer normaal, 2023)

Tevens kent e-commerce vandaag een stagnatie. Het gaat voornamelijk over een algemene vertraging van de groei. De afgelopen twee coronajaren werd er heel wat meer online geshopt. Vaak omdat er simpelweg geen andere keuze was aangezien de fysieke winkels gesloten waren. Nu de pandemie meer en meer naar de achtergrond verdwijnt, nemen we waar dat mensen opnieuw naar de fysieke winkels gaan en minder online handeldrijven. Echter is het niet zo dat mensen de webwinkels hun rug hebben toegekeerd. De coronaperiode is simpelweg voorbij en de enorme pieken die daardoor gecreëerd werden, vlakken nu weer af. Een terugval van de online-handel kan men dan ook waarnemen ten opzichte van corona maar niet ten opzichte van voor corona. We zijn in een nieuwe fase terecht gekomen waarin e-commerce normaal is. Het nieuwe aspect is ervan, net zoals de snelle groei (DPG Media Privacy Gate, z.d.).

Verder zijn ook de vraag-en aanbodpatronen terug gestabiliseerd. In het begin van de coronapandemie zorgden de lockdowns en andere beleidsmaatregelen voor een lager aanbod en een lagere vraag naar goederen en diensten. Veel bedrijven waren gesloten, we konden niet naar restaurants, pretparken, cafés, etc. Wanneer de economie gedeeltelijk heropende en overheden het bedrijfsleven ondersteunden in de tweede helft van 2020, tot en met de nazomer van 2021, herstelde de vraag. Tegelijkertijd bleef het aanbod achter, bijvoorbeeld doordat zeecontainers op de verkeerde plaatsen stonden en door tekorten aan arbeidskrachten en materialen zoals computerchips. De combinatie van een toegenomen vraag en een achterblijvend aanbod leidde tot een bbp dat terugveerde tot nabij het pre-coronaniveau, maar met een hogere inflatie. Bij de volledige heropening van de economie in het eurogebied zorgde een combinatie van verstoringen in het aanbod

van goederen en diensten en een toenemende vraag, voor meer prijsstijgingen en dus een toename in de inflatie (Hoe de inflatie in twee jaar historisch hoog werd, 2023). Wanneer de vraag en aanbod nadien wel meer in evenwicht kwamen dankzij een heroplevende productieketting, zagen we nog steeds een hoog inflatiepercentage, zoals te zien in onderstaande tabel. Dit door twee structurele factoren; de energiecrisis en de Russische invasie in Oekraïne. Zij hebben ervoor gezorgd dat op het moment dat de economie terug aan het heropleven was na de coronacrisis men nog steeds een hoog inflatiepercentage kent (Hoe evolueert de inflatie? | Beobank, z.d.).

Figuur 3: inflatie België (Consumptieprijsindex | Statbel, z.d.)



De COVID-19-pandemie heeft dus niet alleen alle sectoren van de economie en de samenleving enorm getroffen, het heeft ook de veerkracht van verschillende toeleveringsketens op de proef gesteld. Voor de coronapandemie richtte bedrijven zich vaak op het beheersen van de verstoringen die zij het vaakst zien zoals branden in fabrieken, het verlies van belangrijke leveranciers, en terroristische aanslagen. Deze en andere in de literatuur besproken verstoringen zijn echter meestal lokaal of regionaal, hebben zelden gevolgen voor de vraagstructuur, zijn van beperkte duur en treden op na voorspelbare risico's, zoals stakingen of faillissementen (Özdemir et al., 2022). De COVID-19-pandemie herinnert eraan dat uitschieters weliswaar zeldzaam zijn, maar dat organisaties bij het nemen van beslissingen en strategische stappen toch rekening moeten houden met dergelijke mogelijkheden. Voor de meeste organisaties zal dat betekenen dat de aloude focus van supply chain executives op kosten (en kapitaalgebruik), service en kwaliteit wordt uitgebreid met drie nieuwe prioriteiten: veerkracht, flexibiliteit en duurzaamheid (What is supply chain?, 2022).

3.2 Russische invasie in Oekraïne

De Russische invasie in Oekraïne heeft de grootste humanitaire crisis in Europa sinds de Tweede Wereldoorlog veroorzaakt. Er zijn al duizenden levens verloren gegaan en naar schatting zijn meer dan 12 miljoen mensen gevlucht en hadden meer dan 13 miljoen mensen humanitaire hulp nodig. Bovendien heeft de oorlog heel veel gebieden verwoest. Zo zijn stedelijke centra in vele delen van het land zwaar beschadigd. Ook het vervoer over zee, weg en spoor is ernstig verstoord. Verder is vitale infrastructuur voor economische en sociale dienstverlening, zoals stroomvoorziening, digitale infrastructuur, bruggen en havens, vernietigd of onbruikbaar geworden (Guénette et al., 2022).

De oorlog veroorzaakte een enorme schok voor de wereldeconomie, vooral voor de energie- en voedselmarkten, waardoor het aanbod onder druk kwam te staan en de prijzen tot ongekeerde hoogte stegen. In vergelijking met andere economische regio's is de eurozone bijzonder kwetsbaar geweest voor de economische gevolgen van de Russische invasie in Oekraïne. Dit komt voornamelijk doordat de eurozone zeer sterk afhankelijk is van de invoer van energie en Rusland voor de oorlog een belangrijke energieleverancier was van de eurozone (Arce et al., 2023). Hogere prijzen van aardgas en steenkool zorgden voor hogere elektriciteitsprijzen en bijgevolg ook tot hogere kosten voor het verwarmen van woningen en kantoren. Daarnaast heeft het ook tot hogere prijzen van gemotoriseerd transport geleid, waardoor producten die getransporteerd moesten worden ook duurder zijn geworden. Bedrijven hadden dus te kampen met een combinatie van hogere energie- en transportkosten, verstoorde logistieke ketens en in sommige gevallen ook met een tekort aan bepaalde halffabricaten. Dit leidt tot hogere productiekosten en verstoorde productieprocessen waardoor bedrijven in sommige sectoren zich gedwongen zagen om hun productie te verlagen of zelfs (tijdelijk) helemaal stop te zetten. Dit alles heeft een grote invloed op de economie (Oorlog in Oekraïne beïnvloedt energietransitie op verschillende manieren, 2022).

Rusland en Oekraïne speelden voor het begin van de Russische inval ook een grote rol bij de invoer van voeding en meststoffen in de eurozone. Rusland was 's werelds grootste exporteur van tarwe, goed voor 18 procent van de wereldexport. Oekraïne was dan weer de grootste exporteur van zaadolie die voornamelijk voor koken wordt gebruikt, goed voor twee vijfde van de wereldproductie. Bovendien was het ook de op drie na grootste exporteur van maïs, goed voor 13 procent van de wereldexport (Guénette et al., 2022). De prijzen van voedingsmiddelen zoals tarwe of oliehoudende zaden, waarvoor de invoer uit Oekraïne en Rusland voor de oorlog een belangrijke rol speelde, vertoonden een inflatie die ver boven de gemiddelde voedselinflatie lag. Zo waren zonnebloemolie en andere eetbare oliën in januari 2023 meer dan 47% duurder voor consumenten in de eurozone dan een jaar eerder (Arce et al., 2023).

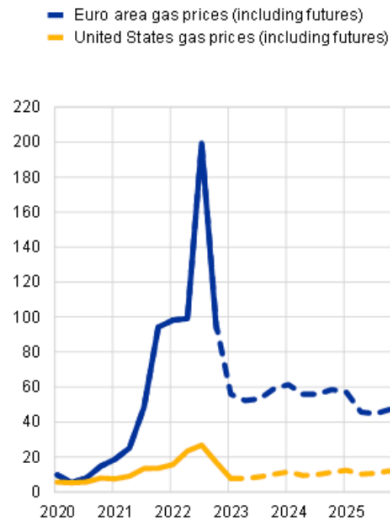
De oorlog heeft de inflatoire druk die tijdens het post-pandemische herstel in de eurozone ontstond, nog versterkt en de consumentenprijzen opgedreven, vooral voor energie en voedsel. De energie- en voedselinflatie waren goed voor meer dan twee derde van de recordhoge inflatie in 2022. Terwijl in 2022 de energie-inflatie veruit de belangrijkste inflatieveroorzaker was, komt de grootste bijdrage recentelijk van de voedselinflatie. In januari 2023 zijn de voedselprijzen met 14,1% gestegen ten opzichte van een jaar eerder. Aangezien de voedselproductie vrij energie-intensief is, weerspiegelen

de hoge voedselinflatiecijfers voor een deel de indirecte en vertraagde effecten van de hoge energieprijzen, waarbij de oorlog een belangrijke rol heeft gespeeld (Arce et al., 2023).

De hoge inflatie, waarvan energie en voedsel een groot deel uitmaken, blijft een aanzienlijk negatief effect hebben op alle gebieden van onze economie en op het dagelijks leven van de mensen. De gevolgen worden het sterkst gevoeld door de huishoudens met lage inkomens, waar voedsel en energie een aanzienlijk deel van de consumptie uitmaken (Arce et al., 2023).

Vooruitblikkend zijn er tekenen dat de effecten van de oorlog op de inflatie in de eurozone via de ontwikkelingen op de internationale energie- en voedselmarkten zouden kunnen afzwakken. Een belangrijke factor in dit verband is de energieprijs. In 2022 is het aardgasverbruik in de EU met bijna 20% gedaald, hetgeen de EU heeft geholpen de vermindering van de gasinvoer uit Rusland, mede als gevolg van de EU-sancties, op te vangen. Nationale maatregelen en het REPowerEU-initiatief helpen de overgang naar groene energie te versnellen en de energieonafhankelijkheid van de EU te vergroten. Inspanningen om energie te besparen en de energievoorziening te diversifiëren hebben ertoe bijgedragen dat de aardgasprijzen de afgelopen maanden sterk zijn gedaald ten opzichte van de recordhoogten van het najaar van 2022. Bovendien wijzen de prijzen op de termijnmarkten momenteel op een verdere matiging van de gasprijzen, en dit zou moeten doorwerken in de energiekosten van de consument zoals te zien is in onderstaande grafiek (Arce et al., 2023).

Figuur 4: ontwikkelingen van de gasprijs in het eurogebied (Arce et al., 2023)



Ten slotte kunnen we vaststellen dat de markten anders hebben gereageerd op de oorlog dan op de uitbraak van COVID-19, wat eraan herinnert dat deze crisis een andere soort veerkracht vereist. Bedrijven moeten nadenken over de verschillende aspecten van geopolitieke risico's en hun mogelijke effecten op financieringsactiviteiten, organisatie, technologie, reputatie en het bedrijfsmodel zelf, en veerkracht opbouwen op al deze gebieden (White et al., 2022)

3.3 Chauffeurstekort

In de huidige dynamische industriële omgeving is vrachtvervoer één van de belangrijkste sectoren die toeleveringsketens ondersteunen om de gewenste doelstellingen te bereiken. Deze sector kent een snelle groei dankzij een toename in de vraag naar goederen. Hierdoor neemt de vraag naar chauffeurs toe. Echter zien we het tegenovergestelde in het aanbod. Daar is een dalende trend te zien.

Wereldwijd wordt verwacht dat de vraag naar logistieke professionals op alle hiërarchische niveaus zal toenemen. In verschillende delen van de wereld blijft er echter een tekort aan gekwalificeerde arbeidskrachten, op verschillende niveaus, variërend van logistieke topprofessionals tot uitvoerders zoals chauffeurs. Alleen al in de vrachtwagenbranche in de Verenigde Staten was er in 2018 een tekort van ruwweg 60.800 chauffeurs, een stijging van bijna 20 procent ten opzichte van het cijfer van 50.700 in 2017. Hetzelfde scenario wordt waargenomen in andere delen van de wereld. Het chauffeurstekort is dan ook een blijvend en structureel probleem in de vrachtwagenindustrie (Palaniappan et al., 2022).

De redenen voor dit chauffeurstekort worden toegeschreven aan verschillende economische en sociale factoren zoals lage lonen, slechte arbeidsomstandigheden, en de beroepskeuze. Ook regelgeving inzake werktijden, vergrijzing, hevige concurrentie in de sector, slecht publiek imago, gebrek aan geschoold personeel, en lange uren buitenshuis worden vaak genoemd als de essentiële bijdragende factoren voor dit tekort. De meest kritische reden voor tekorten wordt echter toegeschreven aan de verloning van chauffeurs. Het loon van bestuurders is in absolute cijfers in de loop der jaren weliswaar gestegen, maar het relatieve loon is gedaald en bovendien neemt het niet hetzelfde tempo aan als andere concurrerende sectoren (Palaniappan et al., 2022). Volgens de internationale transportfederatie IRU (2022) speelt ook de minimumkwalificatieleeftijd voor vrachtwagenchauffeurs een belangrijke rol. Deze minimumleeftijd is 21 jaar in vijf EU-landen, wat volgens de IRU een enorme barrière voor schoolverlaters is. Ook hoge licentie- en opleidingskosten vormen een belemmering. In Frankrijk kost een vrachtwagenrijbewijs 5.300 euro, meer dan drie keer het gemiddelde minimummaandloon, terwijl in Duitsland het gemiddeld 9.000 euro kost, meer dan vier keer het minimummaandloon. In de literatuur wordt ook gewezen naar de aanwezigheid van andere factoren die invloed hebben op het chauffeurstekort. Het gebrek aan vaardigheden is daar één van. De meeste chauffeurs zijn slecht opgeleid en vinden het vaak een uitdaging om de steeds toenemende tonnage te beheren en vrachtwagens met een grotere capaciteit te besturen, wat de kenmerken zijn van de hedendaagse logistiek. Bovendien ondervinden chauffeurs ook nog andere moeilijkheden zoals het voldoen aan de eisen qua tijdige leveringen en just-in-time-processen (Palaniappan et al., 2022).

Wanneer er een gebrek is aan chauffeurs die goederen kunnen vervoeren, worden de bevoorradingsketens verstoord en wordt de eindconsument getroffen. Zo zagen we tijdens de coronapandemie verschillende lege winkelrekken en hoge prijsstijgingen. Dit was het gevolg van verschillende lopende bevoorradingsproblemen, verergert door een tekort aan vrachtwagenchauffeurs. Tenslotte zijn er ook nog andere verstoringen ontstaan door het gebrek aan chauffeurs die goederen kunnen vervoeren. Zo zijn vertragingen van verscheepte goederen ook vaak voorgekomen. Dit mede doordat vrachten werden opgehouden in havens, waardoor achterstanden ontstaan waren in verschillende toeleveringsketen. (Whitfield, 2022)

Het niet aanpakken van het structurele chauffeurstekort zal op termijn leiden tot een ontwrichte economie, hogere consumentenprijzen en het verstoren van de continue aanlevering van goederen. In de toekomst moet meer worden gedaan om bestaande vrachtwagenchauffeurs te ondersteunen, moeten bedrijven kijken naar nieuwe manieren om chauffeurs op de weg te krijgen, en moet er bovendien gezocht worden naar manieren om goederen te transporteren waarbij men minder of geen chauffeurs nodig heeft zodat de toeleveringsketen veerkrachtiger kan worden.

3.4 Klimaatverandering

Van extreme weersomstandigheden, zoals orkanen, overstromingen en droogte, tot langetermijngebeurtenissen zoals de stijging van de zeespiegel. De particuliere sector wordt geconfronteerd met een groot aantal fysieke klimaatgerelateerde gebeurtenissen die risico's opleveren voor verschillende aspecten van de toeleveringsketens.

Veranderingen in het klimaat zelf zullen in de toekomst waarschijnlijk een grotere rol spelen aangezien fysiologische, door de mens gemaakte en ecologische systemen in de loop der tijd zijn geëvolueerd. Naarmate de aarde opwarmt, zullen klimaatveranderingen zoals hittegolven, extreme neerslag en bosbranden toenemen in frequentie en/of ernst, en worden langdurige gevaren zoals droogte en stijging van de zeespiegel groter. Dit vergroot de kans op verstoringen in wereldwijde supply chains (Climate risk and response: Physical hazards and socioeconomic impacts, 2020).

Eén van de mogelijke verstoringen is dus droogte. Droogte heeft vaak een domino-effect, op bijvoorbeeld de vervoersinfrastructuur, de landbouw, de bosbouw, het water en de biodiversiteit. Bovendien heeft het ook grote gevolgen voor de bevoorradingsketens in de hele wereld. In Europa bijvoorbeeld heeft de droogte een aanzienlijke impact gehad op de goederenstroom via de waterwegen. In 2018 daalde namelijk het vervoer op de Rijn met 27 procent op jaarbasis als gevolg van lage waterstanden. Ook op de Donau was de vervoersprestatie 10 procent lager. Dit leidde tot een daling van 10 procent in de Duitse productie van chemische en farmaceutische producten, aangezien grote industriële spelers hun fabrieken hadden stilgelegd omdat ze geen grondstoffen konden bemachtigen. Ook langs de Mississippi in de Verenigde Staten hebben zowel overstromingen als droogteperiodes de afgelopen tien jaar de logistiek en de landbouwproductie verstoord. Een sleep op de bovenloop van de Mississippi bestaat doorgaans uit 15 duwbakken, die elk meer dan 1000 ton kunnen vervoeren. Een daling van het rivierpeil met één centimeter kan de sleepcapaciteit met 255 ton verminderen (Woetzel et al., 2020).

Een andere mogelijke verstoring zijn overstromingen. Ze ontstaan doordat warmere zomers en warmere winters de frequentie en het volume van de neerslag veranderd waardoor het risico op extreme overstromingen toeneemt. Zij kunnen voor verschillende toeleveringsverstoringen zorgen zoals een vernietiging van de activa, verstoringen van infrastructuurvoorzieningen, en vertraging in de logistieke keten. Een voorbeeld hiervan zijn de overstromingen die in 2017 in Azië plaatvonden. De overstromingen in de provincie Hunan troffen 7,8 miljoen mensen en veroorzaakten een direct economisch verlies van 3,55 miljard dollar, inclusief ernstige schade aan de infrastructuur. Tevens schatten onderzoekers dat tegen 2030 het aantal overstromingen zal verdubbelen ten opzichte van 2020 en tegen 2050 verviervoudigen (Climate risk and response: Physical hazards and socioeconomic impacts, 2020).

Echter kunnen niet alleen grote overstromingen voor enorme gevolgen zorgen in de toeleveringsketens van bedrijven. Ook kleinere hoeveelheden water kunnen hiervoor zorgen. Spoorweg-en wegvervoer is namelijk zeer kwetsbaar vanwege hun signaleringssystemen bij blootstelling aan water en de verkeersremmende effecten van kleine hoeveelheden water. Het kan namelijk het verkeer al met 30 procent vertragen bij een paar centimeter water op het wegdek, wat de bevoorrading op de proef kan stellen (Climate risk and response: Physical hazards and socioeconomic impacts, 2020).

Hoewel alle landen door klimaatveranderingen worden getroffen, blijkt uit onderzoek van McKinsey & Company dat de armste landen over het algemeen meer worden blootgesteld aan de veranderingen in het klimaat, aangezien het klimaat daar vaak dichterbij gevaarlijke fysieke drempels ligt. Zij zijn meer afhankelijk van buitenwerk en natuurlijk kapitaal en hebben minder financiële middelen om zich snel aan te passen. De stedelijke armen, die geen toegang hebben tot koelsystemen en die zich bezighouden met buitenactiviteiten zoals landbouw en bouw, zullen dus tot de kwetsbaren behoren die zwaar worden getroffen. Bovendien kan het zijn dat naarmate de hitte en de vochtigheid toenemen, de arbeidsproductiviteit bij werk in het daglicht beïnvloedt zal worden. De voornaamste reden hiervoor is het feit dat werknemers pauzes zullen moeten nemen om een hitteberoerte te voorkomen. Onderzoekers schatten dat het effectieve aantal uren dat in een gemiddeld jaar verloren gaat als gevolg van de verminderde arbeidsproductiviteit tegen 2030 met ongeveer 15 procent zou kunnen toenemen in vergelijking met 2020, wat overeenkomt met een extra verlies van vier weken werk van 11.00 tot 16.00 uur, uitgaande van een werkdag van 12 uur. Dit zou waarschijnlijk leiden tot een daling van het BBP met 2,5 tot 4,5 procent tegen 2030. (Climate risk and response: Physical hazards and socioeconomic impacts, 2020).

Nu is duidelijk dat door klimaatveranderingen ecosystemen verschuiven en vormen van natuurlijk kapitaal, zoals gletsjers, bossen en ecosystemen in de oceanen, die belangrijke diensten verlenen aan menselijke gemeenschappen, vernietigd kunnen worden. Wat op zijn beurt de menselijke habitat en de economische activiteit in gevaar kan brengen. Zo zorgen ze voor verstoringen in de toeleveringsketens, waardoor de productie wordt onderbroken, de kosten stijgen, de inkomsten van bedrijven dalen en de prijzen of tekorten voor consumenten toenemen.

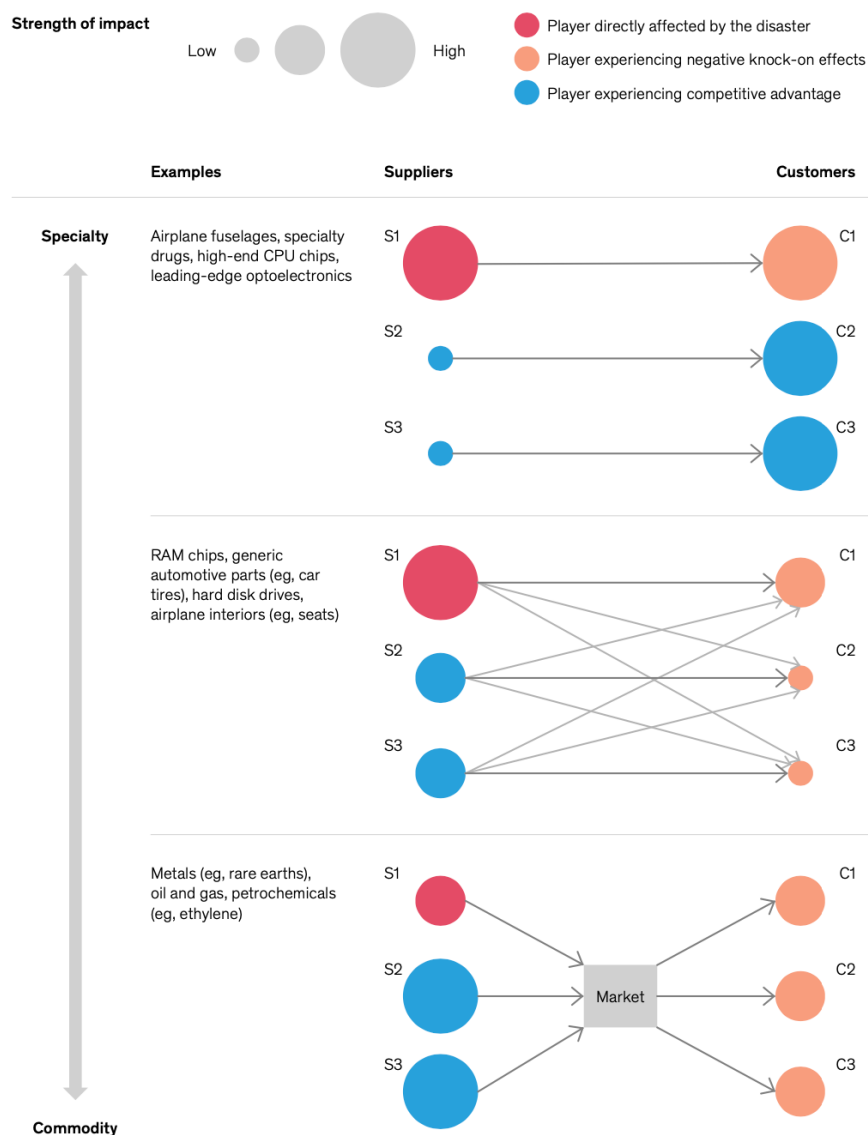
Hoe toeleveringsketens klimaatrisico's ervaren is verschillend per sector en per bedrijf. McKinsey & Company onderscheidt drie soorten toeleveringsketens die illustreren hoe klimaatrisico's variëren. Deze drie soorten worden onderverdeeld in gespecialiseerde, intermediaire en gestandaardiseerde toeleveringsketens. In gespecialiseerde toeleveringsketens stellen fabrikanten van originele onderdelen hun input doorgaans veilig via langetermijncontracten of strategische samenwerkingsverbanden met leveranciers. Leveranciers kunnen beschikken over unieke productieapparatuur die speciaal is ontworpen om de onderdelen van hun klanten te produceren. Een goed voorbeeld van een gespecialiseerd product is een geavanceerde halfgeleider, die onmisbaar is in elektronica zoals computers, smartphones en elektronische horloges. In de toeleveringsketen van halfgeleiders kan een verstoring van leveringen leiden tot lange productieonderbrekingen voor afnemers, tot een jaar in extreme gevallen. De eindproducten zijn ontworpen voor specifieke inputs, hetgeen betekent dat inputs met een ander ontwerp - bijvoorbeeld een microcontroller van een andere leverancier - de functionaliteit van het eindproduct kan veranderen. Indien een leverancier wordt onderbroken, zou een afnemer die niet beschikt over de gebruikelijke input, zijn product opnieuw moeten aanpassen met behulp van andere inputs. Aangezien de alternatieve input enigszins andere eigenschappen zou hebben, zou dit een volledig herontwerp van het product kunnen vergen, wat doorgaans geen levensvatbare strategie is. Daarom zijn afnemers afhankelijk van de specifieke inputs die zij hebben gepland. De fabricage van deze inputs vereist specifieke, geavanceerde en dure apparatuur. Gespecialiseerde industrieën zijn dus vaak op hun beurt afhankelijk van een andere gespecialiseerde toeleveringsketen, wat de stilstandtijden verergert. Tijdens de onderbreking van de productie zijn de spelers stroomafwaarts van de verstoorde leverancier waarschijnlijk niet in staat de productie in stand te houden, tenzij zij toegang hebben tot alternatieve bronnen van input (Woetzel et al., 2020).

De kenmerken van intermediaire bevoorradingsketens houden het midden tussen die van speciale en standaardproducten. Bilaterale leveringsrelaties komen vaak voor, maar zijn van kortere duur en minder strategisch van aard dan bij de gespecialiseerde toeleveringsketens. Bovendien is het doorgaans goedkoop voor klanten om van leverancier te veranderen, en verschillende leveranciers bieden goederen van vergelijkbare kwaliteit aan. Voorbeelden zijn gestandaardiseerde chips of chips van lagere kwaliteit, vliegtuiginterieur zoals stoelen en nichechemicaliën. Hoe minder gespecialiseerd de toeleveringsketen is, hoe gemakkelijker het voor niet-getroffen leveranciers zal zijn om een verstoorde leverancier over te nemen. Daarom zullen afnemers moeten concurreren om de resterende leveringscapaciteit (Woetzel et al., 2020).

In gestandaardiseerde bevoorradingsketens verwerven afnemers hun benodigde middelen op een goederenbeurs of via tussenhandelaren, en is er doorgaans geen directe bilaterale relatie tussen de leverancier en de klant. De producten zijn gestandaardiseerd, en verschillende leveranciers verkopen goederen van vergelijkbare kwaliteit. Aardmetalen zijn een voorbeeld van een gestandaardiseerde bevoorradingsketen en zijn essentieel voor de lucht- en ruimtevaart en defensie, elektrische voertuigen, windturbines, drones, medische apparatuur en andere elektronica. Producenten van zeldzame aardmetalen verkopen hun product aan tussenhandelaren die het doorverkopen aan industrieën die zeldzame aardmetalen gebruiken bij de productie van EV-batterijen of gespecialiseerde elektronica (Woetzel et al., 2020).

In onderstaande afbeelding is te zien dat, afhankelijk van de mate van specialisatie, toeleveringsketens te maken krijgen met verschillende effecten van verstoringen. Hierin is te zien dat toeleveringsketens die gespecialiseerd zijn, ernstige gevolgen kunnen veroorzaken voor een afnemer, aangezien een kritieke input misschien alleen beschikbaar is via de bron die is verstoord. Bij toeleveringsketens die meer gestandaardiseerd zijn, zien we minder ernstige gevolgen dan die van een gespecialiseerde keten. Echter zullen er bij deze toeleveringsketen wel meer afnemers getroffen worden door prijsstijgingen als gevolg van een plotselinge vermindering van het aanbod.

Figuur 5: effect van verstoringen op toeleveringsketens (Woetzel et al., 2020).



Tenslotte kan men stellen dat wereldwijde productiesystemen zoals bevoorradingsketens of voedselproductiesystemen vaak ontworpen zijn met het oog op efficiëntie en daarom vaak gekenmerkt zijn met lage voorraden door just-in-time productie, een wereldwijd geografisch bereik, en een gespecialiseerde input. Echter maakt dit hen net kwetsbaarder voor verstoring. Die aannames moeten dus wellicht worden heroverwogen, zodat er veerkracht kan worden ingebouwd (Woetzel et al., 2020).

3.5 Blokkade Suezkanaal - Ever Given

Op 23 maart 2021 werd het Suezkanaal, een van de meest gebruikte scheepvaartroutes, geblokkeerd door een enorm containerschip - de Ever Given. De 400 meter lange en 224.000 ton wegende Ever Given lag dwars over een belangrijke vaarroute voor scheepsverkeer tussen Azië en Europa. Door de opstopping was een enorme schepenfile ontstaan aan beide kanten (Man-Yin & Yin-Cheung, 2021).

Tijdens de blokkade lagen meer dan 370 vaartuigen, zoals containerschepen en olietankers te wachten om door het kanaal te varen. Hierdoor kon 12 procent van de wereldwijde goederenhandel niet meer door het kanaal en konden er dagelijks 9 miljard dollar aan goederen niet meer vervoerd worden langs de 193 kilometer lange waterweg. De Ever Given zat 6 dagen vast op het kanaal, waardoor het handelsverlies werd geraamd op ongeveer 54 miljard dollar. De achterstand van schepen vervoerde alles van vee tot ruwe olie, waardoor prijzen van producten, waaronder de gasprijs, op de dag van het ongeluk, met 0,40 USD was gestegen. De prijzen van sommige grondstoffen of goederen werden opgedreven en bedrijven kregen zelf te maken met extra uitgaven zoals de compensatie voor de vertragingen in de scheepvaart (Man-Yin & Yin-Cheung, 2021).

De blokkade van het Suezkanaal heeft vooral gevolgen gehad voor een aantal belangrijke ontwikkelingsstrategieën, zoals het "Belt and Road Initiative" van China. China is als tweede grootste economie ter wereld sterk afhankelijk van de in- en uitvoerhandel. De strategie van dit initiatief is een enorm project met investeringen in 70 landen en internationale organisaties. Het creëert een maritieme zijderoute die Zuid-China verbindt met Midden-Europa en de Noordzee. Opmerkelijk genoeg loopt deze route via het Suezkanaal. Door de blokkade van het Suezkanaal is deze strategie volledig in het gedrang gekomen. De blokkade toont dus aan dat één schip enorme schade kan toebrengen aan de wereldeconomie (Man-Yin & Yin-Cheung, 2021).

Alle scheepvaartmaatschappijen willen hun transportefficiëntie verbeteren en hun kosten verlagen. In de maritieme sector zijn de transportkosten van groot belang voor scheepvaartmanagers. Daarom zoeken bedrijven naar de kortste route met de laagste kosten, aangezien langere transportafstanden de kosten zullen verhogen. Dit is echter niet de enige factor die de kosten beïnvloedt. Er moet ook rekening worden gehouden met factoren zoals vrachtcategorieën, scheepstype en vaarsnelheid. Het Suezkanaal staat echter wel bekend als één van de redelijkste scheepvaartroutes, aangezien de lagere kosten in vergelijking met andere routes zeer ideaal is. Maar wanneer het Suezkanaal geblokkeerd is, doen er zich veel problemen voor. In dat geval worden de scheepvaartroutes langer en wordt ook de transportcyclus langer. Veel schepen moeten hun oorspronkelijke vaarroute dan verlaten en uitwijken naar de dichtstbijzijnde maar langere route, zoals Kaap de Goede Hoop, om verdere vertragingen te voorkomen. Als gevolg daarvan zijn de afstanden met 4000 tot 6000 zeemijlen toegenomen en zijn de vervoersuitgaven met 4 tot 5 procent gestegen. Hierdoor veroorzaakte de blokkade ook een toename in de kosten van het containervervoer. Het tekort aan beschikbare lege containers nam toe aangezien de schepen, en de containers daarop, er langer over deden om hun bestemming te bereiken, met gevolg dat de vrachtprijzen met 10% per container stegen. De grotere stijging van de vervoerskosten wijst dus op een groter effect van de blokkade

met gevolgen voor de wereldhandel zoals, leveringsproblemen voor winkels en tekorten van bepaalde goederen in de industrie (Man-Yin & Yin-Cheung, 2021).

Ten slotte kan men stellen dat het incident de wereldwijde bevoorradingsketen heeft verstoord. Het heeft grote gevolgen veroorzaakt voor verschillende partijen waardoor duidelijk werd dat de huidige manier waarop de wereldhandel wordt gevoerd, moet worden herzien.

3.6 Overzicht

In onderstaande tabel kan men de belangrijkste gevolgen van de verschillende disrupties opgelijst zien staan met daarbij een schatting van hoe groot het effect was van de disruptie op de gevolgen.

Tabel 2: effecten van verschillende disrupties

Voornaamste criteria waarop de disruptie effect op heeft gehad	In welke mate de disruptie effect had op de criteriums: (+++ = rechtstreeks effect / zwaarste effect) (+ = onrechtstreeks effect / minst zware effect)				
	Covid-19-pandemie	Russische invasie in Oekraïne	Chauffeurs-tekort	Klimaatverandering	Blokkade Suezkanaal
1. Overheidsmaatregelen waaronder beperkingen van het verkeer en sluiting van de grenzen	+++				
2. Vermindering van de inzetbaarheid van arbeidskrachten	+++			+	
3. Prijsstijgingen / inflatie	+	++	+++	++	++
4. Productieonderbrekingen / Productiestop / Productievermindering	+	++		+++	
5. Verstoring van de bevoorrading	++	++	++	+++	+++
6. Vernietiging van materiële activa		+++		+++	
7. Evenwicht tussen vraag en aanbod uit balans	+++	+++	+++	+++	++
8. Verspillingen	+			++	++
9. Containertekort	++				+++

4 Hoe moet een supply chain beheerd worden in tijden van disrupties?

De afgelopen jaren hebben bedrijven een samenloop van crises en verstoringen gekend, waaronder natuurrampen, terrorisme, en pandemieën. Deze gebeurtenissen hebben in het verleden gezorgd voor een drastisch verlies in productiviteit, inkomsten, concurrentievoordeel, en winstgevendheid.

Om minder vatbaar te zijn voor zo'n soorten verstoringen in de toeleveringsketens zal de huidige manier van werken aangepast moeten worden. Veel leidinggevenden van verschillende toeleveringsketens streven momenteel naar financiële prestaties, waardoor zij verschillende initiatieven in de toeleveringsketen genomen hebben om de inkomsten te verhogen en de kosten te verlagen. Voorbeelden van deze initiatieven zijn just-in-time voorraadsystemen, vermindering van het leveranciersbestand, inkopen in lageloonlanden en een frequente introductie van nieuwe producten. Deze initiatieven hebben voor langere en complexere wereldwijde leveringsketens gezorgd, die in een turbulente wereld kwetsbaarder zijn voor bedrijfsverstoringen (Tang, 2006).

In tijden van onzekerheid en risico's hebben bedrijven nieuwe benaderingen nodig om veerkracht op te bouwen: zij moeten alert reageren op de huidige uitdagingen, vooruitzien om te anticiperen op de volgende reeks verstoringen, en zich kunnen aanpassen om succesvolle groei te bevorderen. Vandaar het belang van veerkrachtige supply chains. (What is resilience?, 2023)

4.1 Eigenschappen van supply chain resilience

Lotfi en Larmour (2021) identificeren vijf eigenschappen van supply chain resilience, of ook wel de veerkracht van de toeleveringsketen genoemd. Deze zijn het vermogen om te anticiperen, zich aan te passen, te reageren, te herstellen en te leren.

4.1.1 Het vermogen om te anticiperen

Het vermogen om te anticiperen is nodig om potentiële gebeurtenissen, veranderende omgevingen, en prestaties te identificeren en te monitoren. Hiervoor zijn elementen zoals zichtbaarheid nodig. Dit wordt gedefinieerd als kennis van de status van bedrijfsmiddelen en de omgeving waarin de supply chain opereert. Het vergroten van de zichtbaarheid binnen een supply chain kan onthullen waar middelen zich bevinden, waar risico's aanwezig zijn, wat de vraag- en aanbodcondities zijn en waar de voorraden zich bevinden. Ook situatiebewustzijn is een belangrijk element om te kunnen anticiperen. Het biedt de mogelijkheid om risicogebeurtenissen te identificeren door vroegtijdige waarschuwingen op te merken. Vandaar het belang dat men inzichten vergaart in de structuren van de toeleveringsketen vóór een verstoring (Lotfi & Larmour, 2021).

4.1.2 Het aanpassingsvermogen

Het aanpassingsvermogen is vereist om kritieke middelen van de bevoorradingsketen tijdens verstoringen en/of normale bedrijfsactiviteiten te beheren en aan te passen. Flexibiliteit en redundantie zijn hiervoor essentiële elementen en zijn gelijktijdig nodig om zich snel te kunnen aanpassen aan verstoringen. Flexibiliteit is het vermogen van een organisatie om zich met minimale tijd en moeite aan te passen aan voorspelbare of onvoorspelbare veranderingen. Redundantie is het strategische en selectieve gebruik van reservecapaciteit en inventaris die kunnen worden ingezet om verstoringen op te vangen, waardoor de ernst ervan kan worden verminderd en het vermogen om zich aan verstoringen aan te passen kan worden verbeterd (Lotfi & Larmour, 2021).

4.1.3 Het vermogen om te reageren

Het vermogen om te reageren is vereist om tijdig en efficiënt te reageren op gebeurtenissen in de toeleveringsketen, om de impact van verstoringen te verminderen of de effecten te veranderen om een wenselijk resultaat te garanderen. De elementen samenwerking en flexibiliteit zijn essentieel bij het ontwikkelen van supply chain resilience (Lotfi & Larmour, 2021).

4.1.4 Het vermogen om te herstellen

Het herstellervermogen is essentieel in de naschok van een verstoring in de bevoorradingsketen, zodat de "normale" werking kan worden hersteld of hervat. De elementen noodplanning en marktpositie zijn vereist om te kunnen herstellen van een verstoring. Het ontwikkelen van noodplannen voor een verstoring helpt supply chain resilience na een verstoring, omdat het de mogelijkheid tot herstel vergroot door kant-en-klare plannen uit te voeren. Noodplannen helpen de toeleveringsketen te herstellen tot normale of betere bedrijfsomstandigheden door de reactietijd na een verstoring te verkorten. Een sterke marktpositie verhoogt het vermogen van een onderneming om te herstellen van verstoringen in de bevoorradingsketen. Dit is de status van een onderneming of haar producten op specifieke markten. Een sterke marktpositie wordt in verband gebracht met een groter marktaandeel, klantenbinding en betere communicatie en relaties met klanten (Lotfi & Larmour, 2021).

4.1.5 Het vermogen om te leren

Het vermogen om te leren uit een reeds gebeurde verstoring in de toeleveringsketen is van cruciaal belang. Hierdoor kan een bedrijf leren begrijpen wat er is gebeurd en kan men de kennis die men hieruit haalt gebruiken om toekomstige prestaties te verbeteren. Het vermogen om na een verstoring te leren en betere oplossingen te ontwikkelen voor toekomstige verstoringen is een fundamenteel onderdeel van supply chain resilience. Dit vereist de elementen kennisbeheer (na een verstoring) en het opbouwen van sociaal kapitaal. Het opbouwen van sociaal kapitaal en relationele competenties tussen ketenpartners versterkt het vermogen om van elkaar te leren. Dit vereist communicatie, samenwerking en vertrouwen (Lotfi & Larmour, 2021).

4.2 Supply chain managementpraktijken

Om een onderneming beter in staat te stellen haar activiteiten in stand te houden wanneer zich een ernstige verstoring voordoet en het aanbod en/of de vraag onder normale omstandigheden beter te beheren, zijn er enkele supply chain managementpraktijken ontworpen. Deze praktijken zorgen ervoor dat toeleveringsketens veerkrachtiger worden. Hieronder volgen enkele van deze mogelijke manieren.

4.2.1 Een uitstelstrategie

Om de complexiteit te verminderen en de flexibiliteit van hun toeleveringsketen te vergroten, moeten organisaties mogelijkheden voor standaardisatie in de hele toeleveringsketen identificeren. De uitstelstrategie is hiervoor een mogelijke oplossing. Het maakt gebruik van product- of procesontwerpconcepten zoals gestandaardiseerde en modulaire ontwerpen, om het punt van productdifferentiatie uit te stellen. Deze strategie stelt een onderneming in staat eerst een generiek en gestandaardiseerd product te produceren op basis van de totale geaggregeerde vraag van alle producten, en daarna het generieke product aan te passen en verder te specialiseren. De uitstelstrategie is een kosteneffectief instrument voor massa personalisatie, om regelmatige vraagschommelingen onder normale omstandigheden op te vangen bij bedrijven. In de context van het herstellen van verstoringen biedt de uitstelstrategie een kosteneffectief en tijdsefficiënt noodplan dat een leveringsketen in staat stelt het product snel te herconfigureren in geval van verstoring van de levering. Toen Philips, Nokia bijvoorbeeld liet weten dat een essentieel onderdeel van mobiele telefoons (radiofrequentiechips) niet konden worden geleverd nadat de Philips-fabriek was stilgelegd door een brand, stelde de uitstelstrategie Nokia in staat een noodplan in te zetten door zijn generieke mobiele telefoon snel opnieuw te configureren, zodat de opnieuw geconfigureerde generieke telefoon een iets ander onderdeel van andere leveranciers in de VS en Japan kon accepteren. Dankzij deze productflexibiliteit kon Nokia zich zonder noemenswaardige problemen herstellen van een ernstige verstoring (Tang, 2006).

4.2.2 Strategische voorraad

Voorraad aanleggen van verschillende soorten grondstoffen, half afgewerkte producten of volledige afgewerkte producten zou voor meer veerkracht kunnen zorgen wanneer er zich een verstoring voordoet. Echter wordt dit vaak niet gedaan vanwege de hoge kosten en de veroudering van voornamelijk seizoengevoelige voorraden. Echter is een strategische voorraad wel een mogelijke oplossing om veerkracht in te bouwen. Dit is het aanhouden van extra veiligheidsvoorraden van bepaalde kritieke onderdelen die ervoor zorgen dat de toeleveringsketens soepel kunnen blijven functioneren bij een onderbreking van de leveringen. Naarmate de levenscyclus van producten echter korter wordt en de productverscheidenheid toeneemt, kunnen de kosten voor het aanhouden van voorraden en veroudering van deze extra veiligheidsvoorraden oplopen. Om deze reden wordt aangeraden om sommige voorraden op te slaan op bepaalde strategische locaties zoals magazijnen, logistieke hubs en distributiecentra die door meerdere partners in de toeleveringsketen zoals detailhandelaren en reparatiecentra worden gedeeld. Toyota en Sears houden bijvoorbeeld bepaalde voorraden auto's en apparaten op bepaalde locaties zodat alle detailhandelaren in de nabijgelegen

regio deze voorraden kunnen delen. Hierdoor kunnen Toyota en Sears een hoger niveau van klantenservice bereiken zonder hoge voorraadkosten te maken bij regelmatige schommelingen in de vraag. Wanneer zich een verstoring voordoet, kan een bedrijf deze gedeelde voorraden op strategische locaties ook snel inzetten in het getroffen gebied. Een ander voorbeeld van een strategische voorraad aanhouden is het Centre for disease control. Deze organisatie houdt op bepaalde strategische locaties in de VS grote hoeveelheden geneesmiddelen en medische voorraden aan, bekend als de strategische nationale voorraad. Deze strategische voorraad is bedoeld om het Amerikaanse publiek te beschermen in geval van een noodsituatie op het gebied van de volksgezondheid (bv. terroristische aanslag, griepuitbraak, aardbeving) die ernstig genoeg is om de plaatselijke voorraden op te maken (Tang, 2006).

4.2.3 Diversificatie

4.2.3.1 Diversificatie van het leveranciersbestand en de productiefaciliteiten

Een focus op de kosten betekend vaak dat organisaties vertrouwen op één enkele leverancier doordat men minder moet investeren in het leveringsbeheer en men vaak hoeveelheidskortingen kan bekomen waardoor de eenheidskost lager is. Echter hebben de bevoorradingstekorten waarmee organisaties tijdens de coronacrisis werden geconfronteerd, hen wakker geschud en duidelijk gemaakt dat risico's gespreiden moeten worden, ook als dat meer kost (Capgemini, 2023). Dual sourcing of multi-sourcing is hiervoor een veelgebruikte strategie. Hierbij werkt een afnemer samen met twee of meerdere leveranciers waardoor het risico op een verstoring van de bevoorrading beperkt wordt. Bovendien zorgt het ook voor een grotere flexibiliteit aangezien de productie snel verschoven kan worden tussen de leveranciers in de verschillende landen wanneer zich in een bepaald land een disruptie voordoet (Tang, 2006).

Een voorbeeld van diversificatie is de China-Plus-One strategie. Vooraleer de COVID-19-pandemie uitbrak was China een belangrijke leverancier voor de meeste industrieën en fabrikanten over de hele wereld. Echter heeft de pandemie ertoe geleid dat de meeste fabrikanten op zoek zijn gegaan naar alternatieven, in de hoop dat zij geen tekorten meer gingen ondervinden als gevolg van verstoringen in de toeleveringsketen in China. Om zich tegen zo'n soort risico te beschermen en om enige continuïteit te garanderen in het geval van een nieuwe lockdown in China kunnen bedrijven aan dual sourcing of multi-sourcing doen. In dit geval spreekt men over het vermijden van een samenwerking uitsluitend met leveranciers in China. Wanneer een deel van de productie ook buiten China plaatsvindt kan men zich weren tegen bepaalde risico's en kan er gesproken worden van een China-Plus-One strategie (Basu & Ray, 2022).

4.2.3.2 Diversificatie van de transportmogelijkheden

Bij supply chain management kan transport vaak de zwakke plek zijn die een supply chain doet vastlopen. Daarom moet men overwegen proactief meer flexibiliteit in te bouwen. Hier volgen twee basisbenaderingen om dat te doen.

Multimodaal transport

Om te voorkomen dat de bevoorradingsketen tot stilstand komt bij verstoringen op zee, in de lucht en op de weg is het mogelijk om gebruik te maken van een flexibele logistieke strategie die berust op meerdere vervoerswijzen zoals multimodaal transport (Tang, 2006). Multimodaal transport wordt gedefinieerd als de vracht die van oorsprong naar bestemming wordt vervoerd met gebruikmaking van verschillende vervoerswijzen. Deze worden gecoördineerd door één bedrijf (en één contract) die alle delen van de reis afhandelt. In dit geval is één provider verantwoordelijk voor de verplaatsing van de zending in alle delen en in alle vervoersmodi. Dit is verschillend van intermodaal transport waar verschillende vervoerders verantwoordelijk zijn voor elk onderdeel van het transport (Ziegler, 2023).

Bedrijven die gebruikmaken van multimodaal transport en bijgevolg niet te veel steunen op één enkele vervoerswijze voor specifieke types van transport kunnen beter voorbereid zijn op onverwachte marktontwikkelingen, prijswijzigingen of andere uitdagingen aangezien men flexibel kan veranderen tussen de verschillende vervoersmodi. Tevens kan de beschikbaarheid van de capaciteit beter verzekerd worden en kunnen de transfers en handelingen van iedere zending verbeterd worden, wat naast flexibiliteit en veerkracht ook kan zorgen voor supply chain efficiëntie en versnelling in verzendtijden. Tevens kan multimodaal transport ook zorgen voor een vermindering in de transportkosten, het kan namelijk zijn dat operatoren die multimodale verzending diensten aanbieden voor volumekortingen kunnen zorgen en deze besparingen doorberekenen aan de eindklant. Tenslotte kan, dankzij het combineren van zee-, lucht-, weg-of railtransport, men gebruikmaken van de beste verzendingsmethodes op verschillende punten in een bepaalde supply chain. Zo kan men bijvoorbeeld gebruikmaken van cargo bikes voor de last mile leveringen om verkeersopstoppingen in grote steden te vermijden. Dit voorbeeld toont aan dat multimodaal transport ook kan zorgen voor duurzamere oplossingen die tegemoetkomen aan de veranderende eisen van supply chains (Ziegler, 2023).

Meerdere routes.

Om een volledige stillegging te vermijden, kunnen bedrijven alternatieve routes overwegen om een vlotte materiaalstroom in de bevoorradingsketens te garanderen. Wanneer er zich dan lange vertragingen in havens of zware verkeersopstoppingen langs diverse snelwegen voordoen kunnen bedrijven sneller anticiperen door de reeds op voorhand gestelde routes te gebruiken in plaats van de traditionele (Tang, 2006).

4.2.4 Netwerk van leveringsallianties

Wanneer bedrijven samenwerken met leveranciers, zoals luchtvrachtbedrijven, vrachtwagenbedrijven, logistieke dienstverleners en contractfabrikanten, die strategische allianties vormen met andere leveranciers in verschillende landen kan dit zorgen voor meer weerstand in een toeleveringsketen. Deze allianties kunnen namelijk dienen als een "vangnet" voor elk lid, dat hulp krijgt van andere leden als zich een verstoring voordoet (Tang, 2006).

4.2.5 Bepaling van de locaties

De afgelopen decennia heeft offshoring van de productie een prominente rol gespeeld in verschillende toeleveringsketens. Dit is het verplaatsen van productieactiviteiten naar het buitenland, ongeacht of dat land nabijgelegen is of juist ver weg. Deze strategie zorgt voornamelijk voor lage productie- en arbeidskosten waardoor bedrijven concurrentievoordelen kunnen behalen. Echter bleek deze strategie niet genoeg weerstand te kunnen bieden tegen verstoringen zoals de coronapandemie. Tijdens de pandemie bleek namelijk dat lange toeleveringsketens als gevolg van offshoring snel verstoord geraakten, waardoor de voordelen van verplaatsing van de productie naar dichterbij gelegen landen, zijn benadrukt (Colamatteo et al., 2021). Vandaar het opkomend belang van reshoring en nearshoring. Reshoring houdt in dat een bedrijf zijn productieactiviteiten verplaatst van het buitenland, naar het land waar het is gevestigd en nearshoring betekent dat de productie wordt uitbesteed aan een nabijgelegen land. Deze twee strategieën zorgen voor enkele voordelen zoals een vermindering van de transportactiviteiten en een snellere reactie op aanpassingen in de lokale behoeften waardoor de toeleveringsketens duurzamer kunnen worden. Zo kan een kortere toeleveringsketen namelijk zorgen voor een verminderde behoefte aan voorraadopslag en minder afval (Sarkis, 2020).

4.2.6 Make-and-buy strategie

Een bevoorradingsketen is vaak veerkrachtiger als bepaalde producten intern worden geproduceerd, terwijl andere producten worden uitbesteed aan andere leveranciers. Dit is ook de definitie van een make-and-buy strategie, een product zowel zelf produceren, als aankopen bij een externe leverancier. HP maakte bijvoorbeeld een fractie van zijn DeskJet-printers in zijn fabriek in Singapore en besteedde het resterende deel van zijn productie uit aan een contractfabrikant in Maleisië. Daarnaast produceren zowel Brooks Brothers als Zara hun modeartikelen in hun eigen fabrieken en besteden zij andere basisartikelen uit aan hun leveranciers in China. Deze make-and-buy strategie biedt bedrijven de nodige flexibiliteit om bij een verstoring van het aanbod snel de productie te verschuiven en te veranderen tussen interne productiefaciliteiten en productie-eenheden van leveranciers (Tang, 2006).

4.2.7 Horizontale en verticale samenwerkingen

Verticale samenwerkingen bestaan uit samenwerkingen met leveranciers, interne samenwerkingen of samenwerkingen met afnemers. Horizontale samenwerking vindt plaats tussen organisaties die op hetzelfde niveau van de toeleveringsketen opereren en die vaak met elkaar concurreren. Om deze samenwerkingen te doen slagen moet men wederzijds doelstellingen hebben, gezamenlijke activiteiten uitvoeren, en informatie met elkaar delen (Lotfi & Larmour, 2021).

4.2.7.1 Wederzijdse doelstellingen

Zowel bij horizontale als bij verticale samenwerking moeten de partners overeenstemmende doelstellingen en stimulansen hebben, om het partnerschap te doen slagen. Samenwerking kunnen namelijk alleen slagen als de partners harmonieus handelen om gezamenlijke doelen te bereiken, waarbij kosten, risico's en voordelen tussen partners in de toeleveringsketen worden gedeeld (Lotfi & Larmour, 2021).

Verticale samenwerkingen

De belangrijkste doelstellingen van verticale samenwerking zijn verbeteringen van de efficiëntie, flexibiliteit, kwaliteit en innovatie in de leveringsketen. Tevens is risicobeheer ook een belangrijke doelstelling, waarbij bedrijven samenwerken met partners om veiligheidspraktijken te ontwikkelen en groeiende expertise over risicogebeurtenissen te delen. Tenslotte zijn er nog andere doelstellingen van verticale samenwerking waaronder vermindering van voorraden en inventaris, betere verkoop en winst, groter marktaandeel, efficiëntere materiaalstromen, betere benutting van activa, snelle reactie op een veranderende vraag en bedrijfsomstandigheden, grotere klanttevredenheid, concurrentievoordeel en verwerving van nieuwe vaardigheden en kennis (Lotfi & Larmour, 2021).

Horizontale samenwerkingen

Tot de belangrijkste doelstellingen van horizontale samenwerking behoren het verbeteren van de efficiëntie en de doeltreffendheid dankzij lagere kosten en een betere dienstverlening. Andere doelstellingen van horizontale samenwerking zijn: groei, innovatie, verhoogde winstgevendheid, verbeterde marktpositie, groter reactievermogen, verhoogde capaciteitsbenutting, verbeterde voorspelbaarheid en flexibiliteit, verbeterde klantenservice en verminderde CO₂-uitstoot (Lotfi & Larmour, 2021).

Horizontale samenwerking maakt groei mogelijk dankzij een optimale benutting van de vrachtwagencapaciteit en vermindering van het aantal lege kilometers. Ook kan deze collaboratie zorgen voor kostenvermindering dankzij het gebruik van gezamenlijke faciliteiten of het verminderen van transportkosten. Tevens probeert men de reactietijden te verkorten door middel van horizontale samenwerking, waardoor partners met succes nieuwe markten kunnen betreden, een concurrentievoordeel kunnen ontwikkelen en een betere klantenservice kunnen bieden. Tenslotte stelt horizontale samenwerking bedrijven in staat om ladingen vracht te combineren waardoor men kan overschakelen naar meer milieuvriendelijke vervoerswijzen, zoals spoorvervoer. Hierdoor kunnen bedrijven ook sociale doelstellingen nastreven zoals het verminderen van congestie, lawaai en luchtverontreiniging in verschillende gebieden (Lotfi & Larmour, 2021).

4.2.7.2 Gezamenlijke activiteiten

Hoewel de doelstellingen van verticale en horizontale samenwerking vergelijkbaar zijn, operationaliseren organisaties de concepten anders binnen de twee typen samenwerking. Dit komt door verschillende gezamenlijke activiteiten tussen horizontale en verticale samenwerking (Lotfi & Larmour, 2021).

Verticale samenwerkingen

Een voorbeeld van een verticale samenwerkingsactiviteit is een gezamenlijke planning. Dit omvat het vaststellen van gezamenlijke prestatiedoelstellingen, budgetteringen, productie, etc. Een ander voorbeeld van een verticale samenwerkingsactiviteit is de synchronisatie in het nemen van beslissingen. Dit is het proces waarbij supply chain partners beslissingen nemen in supply chain planning en operations om de voordelen voor de toeleveringsketen te maximaliseren. Zoals beslissingen om het meest effectieve gebruik van middelen te bepalen. Ook het benutten en delen van middelen en vaardigheden is een verticale samenwerkingsactiviteit. Dit omvat het delen en benutten van de distributienetwerken, kennis, distributie en IT-capaciteiten. Tenslotte is gezamenlijke probleemoplossing ook een mogelijke samenwerkingsactiviteit die kan resulteren in procesverbeteringen zoals verbetering van distributie, voorraadbeheer en inkoop (Lotfi & Larmour, 2021).

Horizontale samenwerkingen

De activiteiten bij horizontale samenwerking verschillen sterk van die bij verticale samenwerking. Gezamenlijke distributie is de meest uitgevoerde activiteit. Men identificeert dit in de literatuur vaak als freight sharing, waarbij organisaties logistieke middelen en faciliteiten zoals vrachtwagens en magazijnen delen om activa en capaciteit beter te benutten. Hierdoor ontstaan enkele voordelen zoals een hogere vullingsgraad, minder transportritten, minder CO₂-uitstoot, een beter beheer van de vraag, verlaging van de kosten, verbeteringen van de efficiëntie, verhoging van het gebruik en verminderingen in problemen qua lage volumes (Lotfi & Larmour, 2021).

Ook vracht modal shift is een horizontale samenwerkingsactiviteit. Hierbij schakelen organisaties over van vrachtwagens naar meer kostenefficiënte vervoerswijzen zoals spoor- en waterwegen. Horizontale samenwerking stelt verladers namelijk in staat vrachtladingen te consolideren om aan de grote volumes te geraken die vereist zijn voor het transport via spoor- en waterwegen. Vrachtconsolidatie is een activiteit die het aantal gereden kilometers vermindert, de bijbehorende brandstofkosten, congestie en emissies vermindert en de levertijden verbetert (Lotfi & Larmour, 2021).

4.2.7.3 Delen van informatie

Het delen van informatie is de mate waarin relevante, accurate en volledige informatie tijdig tussen de partners wordt gedeeld. Informatiedeling wordt vaak beschouwd als een essentieel onderdeel van zowel horizontale als verticale samenwerkingen in de toeleveringsketen en bij beide soorten samenwerkingen wordt veel dezelfde informatie gedeeld. Verhoogde zichtbaarheid in de toeleveringsketen wordt erkend als een belangrijk voordeel van het delen van informatie, aangezien dit het vermogen vergroot om betere beslissingen te nemen en ertoe kan leiden dat onmiddellijk corrigerende maatregelen worden genomen om verstoringen te voorkomen (Lotfi & Larmour, 2021).

Verticale samenwerkingen

Informatie die in een verticale samenwerking tussen partners in de toeleveringsketen wordt gedeeld, kan bestaan uit gegevens over verkooppunten, beschikbaarheid van middelen, voorraadniveaus, capaciteit, voorraadbeleid, markttrends, voorkeuren van klanten, activiteiten van concurrenten, productieschema's, leveringsplannen, verstoringen van de levering, de status van prestaties, gegevens over vraag- en omzetprognoses en de status van processen zoals bestelling, levering en aanvulling (Lotfi & Larmour, 2021).

Horizontale samenwerkingen

Bij een horizontale samenwerking kan informatie omtrent routeoptimalisatie, doorlooptijden en het delen van vrachtwagens worden gedeeld. Ook kan klantinformatie en voertuigcapaciteiten worden gedeeld, waardoor gezamenlijke routeplanning tussen partners kan plaatsvinden. Eveneens kunnen de opslagfaciliteiten, de voertuigcapaciteiten en de routeplanning worden verbeterd door een efficiëntere toewijzing van klanten aan depots in een horizontale samenwerking (Lotfi & Larmour, 2021).

4.2.8 Digitalisering van de toeleveringsketen

Elke stap in een supply chain genereert data die bedrijven kunnen helpen om meer zichtbaarheid te creëren in hun toeleveringsketen. Hierbij wordt zichtbaarheid in de toeleveringsketen gedefinieerd als de mate waarin partijen in de toeleveringsketen tijdig toegang hebben tot relevante informatie die essentieel is voor het verbeteren van de activiteiten in de toeleveringsketen. Hierbij kan men een onderscheid maken tussen interne en externe zichtbaarheid. Interne zichtbaarheid omvat alle aspecten in verband met de registratie van bedrijfsprocessen, en externe zichtbaarheid omvat alle aspecten van goederen en producten buiten de organisatie, bij partners in de toeleveringsketen. De toegang van bedrijven tot deze gegevens en de opname ervan in hun databases leiden tot het bereiken van de hoogst mogelijke kwaliteit van gewonnen informatie, waardoor beslissingen beter genomen kunnen worden (Al-Khatib, 2022).

Digitalisering van de steeds complexere supply chain is daarom de logische volgende stap. Men kan op veel vlakken digitalisering implementeren zoals door het gebruik van robots, internet of things, artificiële intelligentie, drones, virtuele realiteit, 3D printing, digital twin solution, etc. (Capgemini, 2023). In dit onderdeel wordt er verder ingegaan op de begrippen internet of things en big data analytics.

De internet of things-technologie zorgt ervoor dat bedrijven al hun elektronische apparaten via het internet met elkaar kan verbinden. Hierdoor ontstaat een netwerk van fysieke objecten die digitaal verbonden zijn binnen een bedrijf en tussen het bedrijf en zijn toeleveringsketen, waardoor bedrijven machines, productieactiviteiten en andere activiteiten in de toeleveringsketen op elk moment kunnen controleren. Bovendien stelt het een bedrijf in staat om de toegang tot informatie en de snelheid van informatieoverdracht te verbeteren, wat leidt tot een betere zichtbaarheid van de toeleveringsketen. Ook verhoogt internet of things de samenwerking tussen de partijen in de toeleveringsketen, hetgeen leidt tot een versterkte geïntegreerde controle op de stroom van grondstoffen en informatie binnen de toeleveringsketen (Al-Khatib, 2022).

Big data analytics is een van de toepassingen die op grote schaal wordt gebruikt in het beheer van de toeleveringsketen en omvat een breed scala van toepassingen, processen en organisatorische procedures voor het verzamelen, verwerken, verzenden en opslaan van grote hoeveelheden gegevens om nieuwe kennis te genereren en informatie te verkrijgen die niet gemakkelijk toegankelijk is met traditionele methoden voor gegevensanalyse. Big data analytics verbetert de prestaties van de toeleveringsketen door informatie en nieuwe inzichten te verschaffen over de selectie van leveranciers, de best mogelijke distributienetwerken en het innovatieniveau binnen de toeleveringsketen. Bovendien zorgt big data analytics voor het verbeteren van de operationele prestaties in de toeleveringsketen, het creëren van concurrentievoordelen en het verbeteren van de zichtbaarheid van de toeleveringsketen. De zichtbaarheid van de toeleveringsketen is afhankelijk van het delen van informatie met alle partijen in de toeleveringsketen om de materiaal- en voorraadstroom tijdig te kunnen volgen. Bijgevolg zal de afhankelijkheid van de aanbodketen van gegevensverzameling, en big data in het bijzonder, nieuwe en real-time informatie opleveren die kan worden gebruikt om bedrijfsactiviteiten binnen de keten te ontwikkelen, wat leidt tot een betere zichtbaarheid van de aanbodketen en tot betere operationele prestaties in de aanbodketen (Al-Khatib, 2022).

Tenslotte kan men concluderen dat zowel internet of things als big data analytics bijdragen tot de ondersteuning van operationele processen, de verbetering van de operationele efficiëntie en het optimaal gebruik van middelen, waardoor operationele prestaties worden bereikt en het succes van de strategieën van bedrijven bij het bereiken van hun doelstellingen wordt ondersteund (Al-Khatib, 2022).

4.2.9 Een bedrijfscontinuïteitsplan

Een bedrijfscontinuïteitsplan is bedoeld om mogelijke risico's of verstoringen in de toeleveringsketen te voorkomen of te beperken en om de tijd te verkorten die nodig is om de situatie te herstellen tot een toestand van 'business as usual'. Echter is er niet één enkel aanbevolen plan voor bedrijfscontinuïteit. Iedere organisatie moet namelijk een alomvattend bedrijfscontinuïteitsplan ontwikkelen op basis van haar unieke situatie. Tevens moet dit plan ook dynamisch zijn en evolueren naarmate de bedrijfsomgeving verandert en de afhankelijkheid van geavanceerde technologie verandert (Cerullo & Cerullo, 2004).

Het proces van bedrijfscontinuïteitsplanning moet gericht zijn op drie onderling afhankelijke doelstellingen, namelijk het identificeren van de belangrijkste risico's van bedrijfsonderbrekingen, het ontwikkelen van een plan om de impact van het vastgestelde risico's te beperken en het testen van het plan om ervoor te zorgen dat het plan effectief is (Cerullo & Cerullo, 2004).

De eerste stap in het opstellen van een bedrijfscontinuïteitsplanning is het identificeren van de belangrijkste risico's die in een toeleveringsketen kunnen voorkomen. Hiervoor dient men een duidelijk inzicht te hebben in de kwetsbaarheden van de toeleveringsketen van de organisatie. Hierbij kan men vragen stellen zoals "Welke leveranciers, processen of faciliteiten vormen potentiële knelpunten in de toeleveringsketen?" en "Welke kritieke inputs lopen het risico op tekorten of prijsschommelingen?" Tevens is het belangrijk om in deze fase de risico's te identificeren en te beoordelen op basis van de waarschijnlijkheid van optreden en de impact op het bedrijf (Cerullo & Cerullo, 2004).

De tweede stap in het proces is het ontwikkelen van een plan om de impact van het vastgestelde risico te beperken en te vermijden. Het beschrijft de stappen die voor, tijdens en na een gebeurtenis moeten worden genomen om de financiële levensvatbaarheid van een organisatie te handhaven. Het plan bevat onder andere werkprocedures om operationeel te kunnen blijven werken terwijl beschadigde bronnen worden hersteld tot een 'business as usual'-toestand, primaire en plaatsvervangende contactpersonen van elke leverancier, etc. (Cerullo & Cerullo, 2004).

De laatste stap is het testen van de bedrijfscontinuïteitsplanning. Om goed voorbereid te zijn op een crisis moeten bedrijfscontinuïteitsplanningen regelmatig worden getest en indien nodig bijgewerkt worden. Bovendien moeten dergelijke tests ook worden uitgebreid tot leveranciers, zodat organisaties een duidelijk beeld hebben van het vermogen van leveranciers om snel te reageren wanneer zich verstoringen voordoen (Capgemini, 2023).

4.3 Uitdagingen van supply chain managementpraktijken

Hoewel het duidelijk is dat deze negen robuuste strategieën onder normale omstandigheden en tijdens een grote verstoring voordelig zijn, zorgen zij ook voor de volgende twee uitdagingen.

4.3.1 Kosten versus baten

Sommige bedrijven kunnen zich zorgen maken over de kosten die met deze robuuste strategieën gepaard gaan, terwijl andere de extra voordelen erkennen. Op conceptueel niveau zouden deze veerkrachtige strategieën de concurrentiepositie van een bedrijf verbeteren, vooral wanneer de toeleveringsketens van andere bedrijven kwetsbaarder zijn voor verstoringen. Het is echter moeilijk om de waarde van het concurrentievermogen te kwantificeren. Theoretisch gezien kunnen de kosten voor de uitvoering van deze proactieve strategieën worden beschouwd als 'verzekeringspremies' die de leveringsketens zullen vrijwaren van ernstige verstoringen. Het is echter moeilijk het rendement van deze verzekeringspremies te evalueren, vooral bij gebrek aan betrouwbare gegevens zoals de waarschijnlijkheid van een verstoring, potentieel verlies als gevolg van een verstoring, etc. (Tang, 2006).

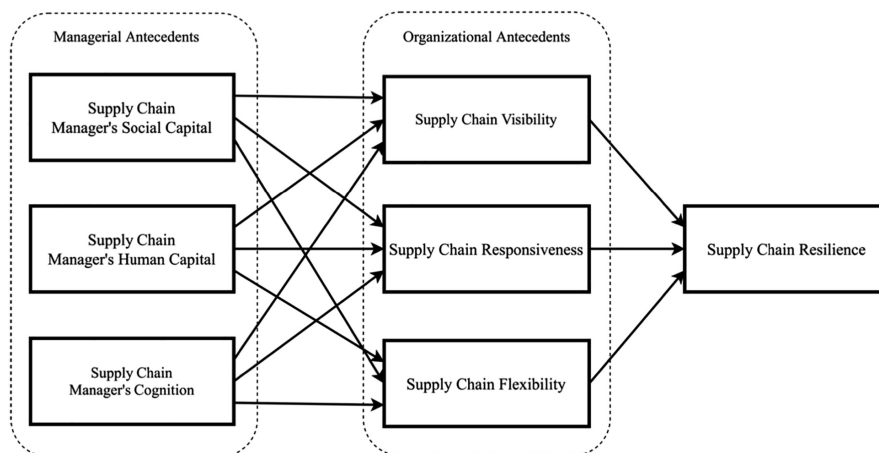
4.3.2 Strategische fit

Hoewel deze veerkrachtige strategieën het vermogen van een bedrijf om vraag en aanbod beter te beheren vergroten, passen zij misschien niet in de algemene bedrijfsstrategie van het bedrijf. Terwijl dat net zo belangrijk is. Een strategische fit verwijst naar de afstemming tussen de kenmerken van de toeleveringsketen van een bedrijf en de vereisten van de bedrijfsstrategie. Het is een cruciaal element voor het succes van het supply chain management omdat het ervoor zorgt dat de supply chain afgestemd is op de behoeften van de bedrijfsstrategie. Wanneer er een mismatch is tussen de supply chain en de bedrijfsstrategie, kan de organisatie inefficiënties, vertragingen en verhoogde kosten ervaren, wat kan resulteren in verloren inkomsten en verminderde winstgevendheid (Strategic Fit in Supply Chain, 2023).

4.4 Het supply chain management

In sectie 4.2 zijn verschillende strategieën besproken om de negatieve gevolgen van supply chain risico's te verzachten en te beheersen, zoals de uitstelstrategie en dual sourcing. Echter dienen deze strategieën ook uitgevoerd en beheerd te worden door een supply chain managementteam. Deze supply chain managers dienen echter over enkele capaciteiten te beschikken zoals sociale vaardigheden, menselijk kapitaal en cognitieve vaardigheden. Deze drie vaardigheden hebben namelijk invloed op de zichtbaarheid, het reactievermogen en de flexibiliteit van het supply chain netwerk, die vervolgens zorgen voor een veerkrachtige supply chain. Dit wordt op onderstaande afbeelding weergegeven (Nikookar & Yanadori, 2021).

Figuur 6: vaardigheden van supply chain managers (Nikookar & Yanadori, 2021)



4.4.1 Sociaal kapitaal

Het hebben van sociaal kapitaal geeft supply chain managers een betere toegang tot informatie en middelen doordat ze vlot kunnen communiceren met de verschillende partijen in een toeleveringsketen. Managers met sociaal kapitaal zijn hierdoor in staat de zichtbaarheid van een supply chain te verhogen. Dit komt doordat de mate van zichtbaarheid van de toeleveringsketen afhangt van de mate waarin leveranciers informatie delen met de betrokken onderneming. Wanneer er beter gecommuniceerd wordt tussen de verschillende partijen zal er een hogere mate van vertrouwen ontstaan, wat de onderlinge informatie-uitwisseling verder zal bevorderen, zelfs wanneer zich een verstoring van de toeleveringsketen voordoet. Bovendien zal de verhoogde informatie-uitwisseling ook resulteren in een sneller reactievermogen wanneer een verstoring plaatsvindt. Supply chain managers zullen namelijk sneller in staat zijn om te reageren op een verstoring in de toeleveringsketen wanneer men sneller informatie verschaft. Tenslotte kunnen de sociale vaardigheden van de supply chain managers zorgen voor persoonlijke relaties met hun leveranciers, wat tevens voor een verhoging van de flexibiliteit in een toeleveringsketen kan zorgen. Het hebben van een persoonlijke relatie met partners in de toeleveringsketen is voornamelijk belangrijk bij het gebruik van kritieke middelen in een bedrijfsproces. Dankzij een persoonlijk band tussen de verschillende partijen zal men makkelijker toegang krijgen tot de middelen van andere bedrijven die de flexibiliteit van de toeleveringsketen kan verbeteren (Nikookar & Yanadori, 2021).

4.4.2 Menselijk kapitaal

Het menselijk kapitaal van managers bestaat uit algemene managementvaardigheden en bedrijfsspecifieke managementvaardigheden. Algemene managementvaardigheden zijn overdraagbaar en niet uniek voor een specifieke onderneming of bedrijfstak, zij worden verworven via formeel onderwijs en opleidingen. Bedrijfsspecifieke managementvaardigheden zijn vaardigheden zoals gegevensanalyse van de toeleveringsketen, het ontwerpen van toeleveringsnetwerken en het plannen van middelen die voornamelijk zijn opgedaan door eerdere werkervaringen en kennis die verworven is binnen het bedrijf zelf (Nikookar & Yanadori, 2021).

Het menselijk kapitaal van supply chain managers vergroot de veerkracht van de supply chain door de zichtbaarheid, het reactievermogen en de flexibiliteit van de supply chain te verbeteren. Zichtbaarheid wordt ontwikkeld wanneer een supply chain manager de informatie die hij of zij ontvangt accuraat interpreteert. Tevens heeft het menselijk kapitaal invloed op de snelheid en de kwaliteit van managementbeslissingen, omdat het praktische kennis en instrumenten introduceert in de besluitvorming. Snelle en hoogwaardige managementbeslissingen vergemakkelijken op hun beurt het nemen van tijdige en flexibele initiatieven om kansen te benutten en bedreigingen aan te pakken, en de effectieve uitvoering van die initiatieven (Nikookar & Yanadori, 2021).

4.4.3 Cognitieve vaardigheden

Cognitie heeft betrekking op mentale activiteiten die een individu gebruikt om een beslissing te nemen. Hiervoor gebruikt men mentale representaties. Dit is de manier waarop managers betekenissen toekennen aan een gebeurtenis en de mogelijke gevolgen ervan, ook wel perceptie genoemd. De risicoperceptie van managers is een belangrijke factor die de nauwkeurigheid van de gegevensinterpretatie beïnvloedt. Wanneer supply chain managers denken dat een verstoring van de supply chain ernstige schade zal veroorzaken, zullen zij eerder geneigd zijn de omgeving zorgvuldig te scannen, abnormale patronen te identificeren, en hierop te anticiperen wat de zichtbaarheid en de flexibiliteit van de supply chain verbetert. Tenslotte beïnvloedt de perceptie van managers ook de snelheid van organisatorische beslissingen. Supply chain managers met voldoende cognitieve vaardigheden maken sneller beslissingen doordat ze minder tijd verliezen met onderzoek en evaluatie van nieuwe informatie. Hierdoor reageren ze sneller op veranderingen die bijgevolg het reactievermogen van de supply chain verbeterd, wat een antecedent is van de veerkracht van de supply chain (Nikookar & Yanadori, 2021).

Een aantal van deze vaardigheden kunnen niet makkelijk aangeleerd worden via opleidingen waardoor het handig is om tijdens de aanwerving van een supply chain manager, actief te zoeken naar sociaal kapitaal, cognitieve vaardigheden en menselijk kapitaal. De drie kenmerken die een supply chain manager nodig heeft om een veerkrachtige supply chain te bekomen.

4.5 Hoe kan veerkracht gemeten worden?

Hoewel de veerkracht van de toeleveringsketen een opkomend onderzoeksgebied is en er veel verwante onderzoeken zijn uitgevoerd, zijn er maar weinig studies die zich richten op het meten van de veerkracht van de toeleveringsketen. Bovendien zijn de meeste van die studies theoretisch en is verificatie op basis van concrete gevallen schaars. Dit voornamelijk doordat veerkracht pas achteraf, nadat een storing in de toeleveringsketen is opgetreden, meetbaar is (Chen et al., 2020).

In deze masterproef is er gezocht naar een manier waarop een bedrijf in één oogopslag kan zien wat hij moet doen om veerkracht in zijn toeleveringsketen in te bouwen en hoeveel veerkracht het bedrijf momenteel al heeft. Dit aan de hand van een eenvoudige checklist. Indien alle stellingen op de checklist zijn aangevinkt, is een bedrijf veerkrachtig. Als een bedrijf de helft van de stellingen heeft aangeduid kan het bedrijf spreken van een vermogen die net voldoende is om weerstand te bieden tegen een verstoring. Indien er niets aangeduid kan worden is het bedrijf niet veerkrachtig. Veerkracht wordt in deze masterproef gezien als de som van een aantal aspecten, het heeft onder andere te maken met digitalisatie, voorraadbeheer, samenwerkingen, etc. De voornaamste aspecten zijn terug te vinden in sectie 4.2 waarin negen supply chain managementpraktijken worden omschreven.

Aan de hand van deze checklist kan een bedrijf zijn vermogen om veerkracht te bieden tegen een verstoring in de toeleveringsketen meten, vooraleer er effectief een verstoring heeft plaatsgevonden. Deze checklist, die in bijlage terug te vinden is, wordt tevens gezien als een nieuwe maatstaf om veerkracht van een toeleveringsketen te meten. Echter is deze checklist een eerste voorstel om de veerkracht van een toeleveringsketen te meten, verdere uitwerking van deze checklist is dan ook mogelijk. Desalniettemin geeft het wel een goede weergave over welke elementen bedrijven dienen te beschikken om te kunnen spreken van veerkracht.

5 Conclusie

De afgelopen jaren hebben heel wat gebeurtenissen plaatsgevonden die toeleveringsketens onder druk hebben gezet. Zo heeft er in 2020 de coronapandemie plaatsgevonden, in 2021 de blokkade in het Suezkanaal en in 2022 de Russische invasie in Oekraïne. Deze gebeurtenissen hebben in het verleden gezorgd voor een drastisch verlies in productiviteit, inkomsten, concurrentievoordeel, en winstgevendheid, waardoor heel wat bedrijven niet meer als voorheen konden functioneren. Bovendien bleek hierdoor al snel duidelijk te zijn dat een verstoring bij één schakel van de toeleveringsketen, grote gevolgen kan hebben voor alle andere schakels. De noodzaak om te evolueren naar meer veerkrachtige structuren, en af te stappen van de moderne, geglobaliseerde structuren is daarom duidelijker dan ooit. De vraag is hoe het moet. Vandaar luidt de centrale onderzoeksvraag van deze masterproef als volgt: 'Een veerkrachtige supply chain: hoe omgaan met structurele en onverwachte gebeurtenissen?'.

Uit de literatuur is gebleken dat een bedrijf een veerkrachtige toeleveringsketen moet hebben om, om te kunnen gaan met zowel structurele als onverwachte gebeurtenissen. Veerkracht wordt hierbij gezien als het vermogen om zich voor te bereiden en te plannen op, te absorberen en te herstellen van en zich met meer succes aan te passen aan ongunstige gebeurtenissen. In een toeleveringsketen wordt veerkracht gezien als het vermogen om zich voor te bereiden op een verstoring, essentiële functies te vervullen tijdens een verstoring, en vervolgens te herstellen van een verstoring zodat een toeleveringsketen zich kan aanpassen aan een vorm die beter geschikt is voor het nieuwe 'heden'.

Een bedrijf is pas veerkrachtig als het beschikt over enkele veerkrachtige elementen. Zo is onder andere een supply chain managementteam van belang die over menselijk kapitaal, en sociale en cognitieve vaardigheden beschikt. Deze drie vaardigheden hebben namelijk invloed op de zichtbaarheid, het reactievermogen en de flexibiliteit van het supply chain netwerk, die vervolgens zorgen voor een veerkrachtige supply chain. Ook zijn enkele supply chain managementpraktijken van belang. Deze kunnen er namelijk voor zorgen dat bedrijven minder vatbaar zijn voor verstoringen in de toeleveringsketens en bij toepassing, veerkrachtiger kunnen reageren en anticiperen op verstoringen. Een eerste mogelijke toepassing is een uitstelstrategie waarbij bedrijven gebruik maken van product- of procesontwerpconcepten zoals gestandaardiseerde en modulaire ontwerpen, om het punt van productdifferentiatie uit te stellen. Een tweede mogelijkheid om een toeleveringsketen veerkrachtiger te maken is het aanleggen van een strategische voorraad. Dit is het aanhouden van extra veiligheidsvoorraden van bepaalde kritieke onderdelen die ervoor zorgen dat een toeleveringsketen soepel kan blijven functioneren bij een onderbreking van leveringen. Ook het opslaan op bepaalde strategische locaties zoals magazijnen, logistieke hubs en distributiecentra die door meerdere partners in de toeleveringsketen zoals detailhandelaren en reparatiecentra worden gedeeld, is hierbij van belang. Een derde mogelijke toepassing is diversificatie van het leveranciersbestand, de productiefaciliteiten en de transportmogelijkheden. Een andere mogelijke toepassing is het werken met leveranciers die strategische allianties vormen met andere leveranciers. Vervolgens zorgt het hebben van een korte toeleveringsketen ook voor meer veerkracht. Dit kan bekomen worden door het uitvoeren van reshoring en nearshoring strategieën. Ook een make-and-

buy strategie kan voor veerkracht zorgen. Dit is een strategie waarbij het bedrijf een product zowel zelf produceert, als aankoopt bij een externe leverancier. Verder zijn ook horizontale en verticale samenwerkingen in de toeleveringsketen van belang. Verticale samenwerkingen bestaan uit samenwerkingen met leveranciers, interne samenwerkingen of samenwerkingen met afnemers. Horizontale samenwerking vindt plaats tussen organisaties die op hetzelfde niveau van de toeleveringsketen opereren en die vaak met elkaar concurreren. Om deze samenwerkingen te doen slagen moet men wederzijds doelstellingen hebben, gezamenlijke activiteiten uitvoeren, en informatie met elkaar delen. Eveneens, is digitalisering van de toeleveringsketen van belang. Hierdoor kan meer zichtbaarheid in de toeleveringsketen gecreëerd worden. Hierbij wordt zichtbaarheid in de toeleveringsketen gedefinieerd als de mate waarin partijen in de toeleveringsketen tijdig toegang hebben tot relevante informatie die essentieel is voor het verbeteren van de activiteiten in de toeleveringsketen. Tenslotte kan veerkracht ook gegenereerd worden door een bedrijfscontinuïteitsplan op te stellen. Dit plan is bedoeld om mogelijke risico's of verstoringen in de toeleveringsketen te voorkomen of te beperken en om de tijd te verkorten die nodig is om de situatie te herstellen tot een toestand van 'business as usual'.

Om na te gaan of een bedrijf veerkrachtig is, kunnen bedrijven de bijgevoegde checklist gebruiken. Deze checklist is een zelf opgestelde methode om veerkracht in een onderneming te meten. Hierbij is er gezocht naar een manier om de veerkrachtigheid te kwantificeren alvorens een verstoring heeft plaatsgevonden. Eveneens staan hierin enkele stellingen die aantonen dat een bedrijf een zeer veerkrachtig vermogen heeft wanneer alle stellingen zijn aangevinkt. Wanneer een bedrijf de helft van de stellingen heeft aangeduid kan het bedrijf spreken van een vermogen die net voldoende is om weerstand te bieden tegen een verstoring. Als er niets aangeduid kan worden is het bedrijf niet veerkrachtig. Hierbij wordt veerkracht gezien als de som van een aantal aspecten, het heeft onder andere te maken met digitalisatie, voorraadbeheer, en samenwerkingen. Deze methode is opgesteld op basis van negen managementpraktijken en kan gezien worden als een eerste voorstel en nieuwe methode om het veerkrachtig vermogen van een bedrijf te meten. Het is een nieuwe maatstaf aangezien in de literatuur vaak aangehaald dat veerkracht pas achteraf, nadat een storing in de toeleveringsketen heeft opgetreden, meetbaar is en er tevens maar weinig studies zijn die zich richten op het meten van veerkracht.

Wanneer een bedrijf een veerkrachtig supply chain managementteam heeft en de supply chain managementpraktijken heeft geïmplementeerd kan men weerstand bieden tegen structurele en verwachte gebeurtenissen en kan men een groot deel of de volledige checklist afvinken. Bovendien kan men dan ook spreken van het beschikken over de vijf eigenschappen van een veerkrachtige toeleveringsketen. Hieronder vallen: het vermogen om te anticiperen, zich aan te passen, te reageren, te herstellen en te leren. Deze eigenschappen geven tenslotte aan hoe een bedrijf moet omgaan met verwachte en onverwachte gebeurtenissen.

6 Discussie

6.1 Opmerkingen huidig onderzoek

Dit onderzoek gaat naast onverwachte en verwachte gebeurtenissen uit van drie categorieën die gebruikt worden om verstoringen te classificeren, namelijk disrupties aan de vraagzijde, disrupties aan de aanbodzijde, en disrupties door catastrofes. Echter kan het soms zijn dat één bepaalde gebeurtenis niet in één categorie hoort maar wel in meerdere. Een voorbeeld hiervan is de coronapandemie. Dit is een gebeurtenis die onverwacht plaatsvond en binnen de categorie catastrofes past. Dit had tot gevolg dat het vraagpatroon van consumptiegoederen werd aangetast. Consumenten gingen grote hoeveelheden voorraad inslagen waardoor vraagschokken ontstonden. Dit zorgde op hun beurt voor lege winkelrekken aangezien leveranciers de vraag niet konden bijhouden. Door het wijzigend klantengedrag ontstond een tekort aan goederen waardoor deze gebeurtenis ook binnen de categorieën risico aan de aanbodzijde en risico aan de vraagzijde gezet kan worden. Kortom, een gebeurtenis kan zijn oorsprong hebben in één bepaalde categorie, maar kan ook een effect hebben op andere categorieën.

Ook worden in deze masterproef enkele managementpraktijken aangehaald. Deze zijn geen bedrijfsspecifieke acties, die bedrijven kunnen uitvoeren om het veerkrachtig vermogen van een bedrijf te optimaliseren. Echter kan het zijn dat sommige ondernemingen zelf bedrijfs- of sectorspecifieke methoden hebben ontwikkeld om hedendaagse verstoringen te voorkomen of te neutraliseren. Deze zijn hierin niet vermeld. Ook kan het zijn dat er in de toekomst verstoringen ontstaan die een andere aanpak nodig zullen hebben. De mogelijkheid bestaat dus dat de methodes die besproken zijn binnen dit onderzoek, niet meer relevant zijn als nieuwe verstoringen zich voordoen. Ook ontstaan er steeds nieuwe ontwikkelingen waardoor er nieuwe methodes uitgevonden kunnen worden en de oude eventueel niet meer van toepassing zullen zijn.

6.2 Aanbevelingen toekomstig onderzoek

Aangezien veerkracht in de toeleveringsketen een relatief nieuw onderzoeksgebied is, zijn er veel onderzoeksmogelijkheden. Allereerst zou het interessant kunnen zijn om te achterhalen of zowel de sector waarin een bedrijf zich situeert, als de omvang van een onderneming, invloed heeft op hoe een bedrijf omgaat met verstoringen. Multinationals en grote bedrijven hebben namelijk vaak meer middelen waardoor zij anders reageren op bepaalde situaties dan een kleiner bedrijf. Ten tweede zou het belangrijk kunnen zijn om meer gericht onderzoek te doen naar de kosten die verstoringen met zich meebrengen en de kosten die nodig zijn om de negen managementpraktijken te implementeren. Hierdoor zullen bedrijven makkelijker een afweging kunnen maken tussen de kosten en de baten. Bovendien krijgen bedrijven hierdoor een beter beeld van de invloed op hun kostenstructuur, en kunnen zij gericht inspelen op de verschillende verstoringen zodat verstoringen met de meeste impact geminimaliseerd of zelfs voorkomen kunnen worden dankzij het implementeren van supply chain managementpraktijken die gericht zijn op het bouwen van veerkracht. Ten derde kan het zinvol zijn om de invloed van bepaalde vaardigheden van supply chain managers, op de veerkracht van een bedrijf, verder te onderzoeken. Hierdoor kan de waarde van supply chain managers met bepaalde vaardigheden beter ingeschat worden. Tot slot kan deze masterproef verfijnd worden door de stellingen specifiek te maken en de checklist af te nemen bij verschillende bedrijven van verschillende groottes en sectoren zodat er kan nagegaan worden hoe veerkrachtig een bedrijf is en hoe het verschilt per sector en per omvang. Ook kan nagegaan worden of deze checklist over voldoende elementen beschikt en over het algemeen wordt aangeraden door bedrijven die hun veerkrachtigheid willen meten alvorens een storing heeft plaatsgevonden. Verder onderzoek is dan ook aangeraden.

7 Referentielijst

Al-Khatib, A. W. (2022). Internet of things, big data analytics and operational performance: the mediating effect of supply chain visibility. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 34(1), 1–24. <https://doi.org/10.1108/jmtm-08-2022-0310>

Alicke, K., Barriball, E. & Trautwein, V. (2021, 23 november). How COVID-19 is reshaping supply chains. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/how-covid-19-is-reshaping-supply-chains>

Alicke, K., Barriball, E., Lund, S. & Swan, D. (2020, 14 mei). Is your supply chain risk blind—or risk resilient? McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/is-your-supply-chain-risk-blind-or-risk-resilient>

Arce, O., Koester, G., & Nickel, C. (2023, 24 februari). One year since Russia's invasion of Ukraine – the effects on euro area inflation. European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/press/blog/date/2023/html/ecb.blog20230224~3b75362af3.nl.html>

Basu, P., & Ray, P. (2022). China-plus-one: expanding global value chains. *Journal of Business Strategy*, 43(6), 350–356. <https://doi.org/10.1108/JBS-04-2021-0066>

Capgemini. (2023, 4 april). Fast forward: Rethinking supply chain resilience for a post-pandemic world | Research & insight | Capgemini. <https://www.capgemini.com/insights/research-library/supply-chain-resilience/>

Cerullo, M. V., & Cerullo, M. A. (2004). Business Continuity Planning: A Comprehensive Approach. *Information Systems Management*, 21(3), 70–78. <https://doi.org/10.1201/1078/44432.21.3.20040601/82480.11>

Chen, L., Dui, H., & Zhang, C. (2020). A resilience measure for supply chain systems considering the interruption with the cyber-physical systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 199, 106869. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.106869>

Chen, L., Liu, Y., & Yang, S. S. (2015). Robust supply chain strategies for recovering from unanticipated disasters. *Transportation Research Part E-logistics and Transportation Review*, 77, 198–214. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2015.02.015>

Colamatteo, A., Cassia, F., & Sansone, M. (2021). Near-shoring versus far-shoring: effects on customer perceived quality and purchase intention. *The Tqm Journal*, 34(5), 1416–1431. <https://doi.org/10.1108/tqm-05-2021-0132>

Consumptieprijsindex | Statbel. (z.d.-b).

<https://statbel.fgov.be/nl/themas/consumptieprijsindex/consumptieprijsindex>

Container shipping in times of COVID-19: Why freight rates have surged and implications for policy makers. (2021, 19 april). UNCTAD. <https://unctad.org/publication/container-shipping-times-covid-19-why-freight-rates-have-surged-and-implications-policy>

Destino, M., Fischer, J., Müllerklein, D. & Trautwein, V. (2022, 9 februari). To improve your supply chain, modernize your supply-chain IT. *McKinsey & Company.*

<https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/to-improve-your-supply-chain-modernize-your-supply-chain-it>

DPG Media Privacy Gate. (z.d.). <https://www.demorgen.be/nieuws/groei-webwinkels-stagneert-wegaan-weer-naar-normaliteit~b0463d9d/?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

Gezondheid en wetenschap. (z.d.). *Corona (covid-19) · Gezondheid en wetenschap.*

[gezondheidenwetenschap.be. https://www.gezondheidenwetenschap.be/richtlijnen/covid-19](https://www.gezondheidenwetenschap.be/richtlijnen/covid-19)

Golan, M. S., Jernegan, L. H., & Linkov, I. (2020). Trends and applications of resilience analytics in supply chain modeling: systematic literature review in the context of the COVID-19 pandemic. *Environment Systems and Decisions, 40*(2), 222–243. <https://doi.org/10.1007/s10669-020-09777-w>

Guénette, J.-D., Kenworthy, P., & Wheeler, C. (2022, 31 maart). *Implications of the War in Ukraine for the Global Economy.* <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/9cadb485-2629-529d-aa08-46299672d2c9>

Hearnshaw, E. J., & Wilson, M. (2013). A complex network approach to supply chain network theory. *International Journal of Operations & Production Management, 33*(4), 442–469.

<https://doi.org/10.1108/01443571311307343>

Henrich, J., Li, J., Mazuera, C. & Perez, F. (2022, 8 oktober). Future-proofing the supply chain.

McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/future-proofing-the-supply-chain>

Hoe de inflatie in twee jaar historisch hoog werd. (2023, 19 april). <https://www.dnb.nl/algemeen-nieuws/dnbulletin-2023/hoe-de-inflatie-in-twee-jaar-historisch-hoog-werd/>

Hoe evolueert de inflatie? | Beobank. (z.d.). zichtrekeningen, kredietkaarten, spaarrekeningen. . .

<https://www.beobank.be/nl/particulier/blog-tips/hoe-evolueert-de-inflatie>

International Road and Transport Union. (z.d.). *Driver Shortage Global Report 2022: Summary.*

<https://www.iru.org/resources/iru-library/driver-shortage-global-report-2022-summary>

IRU. (2022, 12 december). Europe driver shortage to triple by 2026 if no action: new IRU report. International Road and Transport Union. <https://www.iru.org/news-resources/newsroom/europe-driver-shortage-triple-2026-if-no-action-new-iru-report>

Khojasteh, Y. (2018). Supply Chain Risk Management: Advanced Tools, Models, and Developments. Springer Publishing.

Lee, J. M. Y. & Wong, E. Y. C. (2021). Suez Canal blockage: an analysis of legal impact, risks and liabilities to the global supply chain. *MATEC Web of Conferences*, 339, 01019. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202133901019>

Logistiek raderwerk draait stilaan weer normaal. (2023, 20 februari). De Tijd. <https://www.tijd.be/dossiers/de-verdieping/logistiek-raderwerk-draait-stilaan-weer-normaal/10448658.html>

Lotfi, M., & Larmour, A. (2021). Supply chain resilience in the face of uncertainty: how horizontal and vertical collaboration can help? *Continuity & Resilience Review*, 4(1), 37–53. <https://doi.org/10.1108/crr-04-2021-0016>

Maharjan, R. & Kato, H. (2022). Resilient supply chain network design: a systematic literature review. *Transport Reviews*, 42(6), 739–761. <https://doi.org/10.1080/01441647.2022.2080773>

Man-Yin, L. J., & Yin-Cheung, W. E. (2021). Suez Canal blockage: an analysis of legal impact, risks and liabilities to the global supply chain. *MATEC web of conferences*, 339, 01019. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202133901019>

Mensah, P., & Merkurjev, Y. (2014). Developing a Resilient Supply Chain. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 110, 309–319. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.875>

Munir, M., Jajja, M. S. S., Chatha, K. A. & Farooq, S. (2020). Supply chain risk management and operational performance: The enabling role of supply chain integration. *International Journal of Production Economics*, 227, 107667. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107667>

Nikookar, E., & Yanadori, Y. (2021). Preparing supply chain for the next disruption beyond COVID-19: managerial antecedents of supply chain resilience. *International Journal of Operations & Production Management*, 42(1), 59–90. <https://doi.org/10.1108/ijopm-04-2021-0272>

Nws, V. (2022, 7 september). *Rusland wil geen olie en gas meer leveren als er een prijsplafond komt en Poetin noemt graanakkoord "bedrog".* [vrtnws.be. https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2022/09/07/poetin-zegt-dat-ontwikkelingslanden-bedrogen-worden-door-graande/](https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2022/09/07/poetin-zegt-dat-ontwikkelingslanden-bedrogen-worden-door-graande/)

Oorlog in Oekraïne beïnvloedt energietransitie op verschillende manieren. (2022, 26 april). RaboResearch - Economisch Onderzoek.
<https://economie.rabobank.com/publicaties/2022/april/oorlog-in-oekraïne-beïnvloedt-energietransitie-op-verschillende-manieren/>

Özdemir, D., Sharma, M., Dhir, A., & Daim, T. U. (2022). Supply chain resilience during the COVID-19 pandemic. *Technology in Society*, 68, 101847.
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101847>

Palaniappan, C., Ramasubramaniam, M., Venkatesh, V., Mani, V., & Shi, Y. (2022). Can driver supply disruption alleviate driver shortages? A systems approach. *Transport Policy*, 130, 116–129.
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.10.002>

Sarkis, J. (2020). Supply chain sustainability: learning from the COVID-19 pandemic. *International Journal of Operations & Production Management*, 41(1), 63–73. <https://doi.org/10.1108/ijopm-08-2020-0568>

Sawik, T. (2022). Stochastic optimization of supply chain resilience under ripple effect: A COVID-19 pandemic related study. *Omega*, 109, 102596. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2022.102596>

Smit, P. H. (2021, 4 juli). *Blokkadeschip Ever Given mag na drie maanden gesteggel over geld het Suezkanaal verlaten.* de Volkskrant. <https://www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/blokkadeschip-ever-given-mag-na-drie-maanden-gesteggel-over-geld-het-suezkanaal-verlaten~b6fb5c82/>

Snyder, L. H., 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.
<https://doi.org/10.1080/0740817x.2015.1067735>

Strategic Fit in Supply Chain. (2023, April 9). Theintactone.
<https://theintactone.com/2023/04/09/strategic-fit-in-supply-chain/>

Tang, C. S. (2006). Robust strategies for mitigating supply chain disruptions. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 9(1), 33–45. <https://doi.org/10.1080/13675560500405584>

Wagner, S., & Bode, C. (2006). An empirical investigation into supply chain vulnerability. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 12(6), 301–312.
<https://doi.org/10.1016/j.pursup.2007.01.004>

What is resilience? (2023, 17 januari). McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-resilience>

What is supply chain? (2022, 17 augustus). McKinsey & Company.
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-supply-chain>

White, O., Buehler, K., Smit, S., Greenberg, E., Mysore, M., Jain, R., Hirt, M., Govindarajan, A., & Chewning, E. (2022, 9 mei). *War in Ukraine: Twelve disruptions changing the world*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/strategy-and-corporate-finance/our-insights/war-in-ukraine-twelve-disruptions-changing-the-world>

Whitfield, G. (2022, 1 augustus). The truck driver shortage is fueling supply chain chaos- What can be done to solve it? *All Things Supply Chain - Supply Chain trends, best practices, news and much more!* <https://www.allthingsupplychain.com/the-truck-driver-shortage-is-fueling-supply-chain-chaos-what-can-be-done-to-solve-it/>

Woetzel, J., Pinner, D., Samandari, H., Engel, H., Graabak, J., Kampel, C., & Krishnan, M. (2020, 6 augustus). *Could climate become the weak link in your supply chain?* McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/could-climate-become-the-weak-link-in-your-supply-chain#/>

Ziegler. (2023, February 23). *Multimodaal transport* | Ziegler. Ziegler | Transport & Logistics. <https://www.zieglergroup.com/services/multimodaal-transport/>

8 Bijlagen

8.1 Checklist: 'Hoe veerkrachtiger is uw bedrijf?'

CHECKLIST

Hoe veerkrachtig is uw bedrijf?

Vink onderstaande stellingen aan indien uw bedrijf de stelling in kwestie toepast. Op basis van deze selectie wordt er gemeten hoe sterk uw bedrijf veerkracht kan bieden tegen mogelijke verstoringen in zijn toeleveringsketen. Tevens kan uw bedrijf zijn veerkrachtigheid verbeteren door de niet aangevinkte stellingen te implementeren.

- Het bedrijf maakt gebruik van product- of procesontwerpconcepten zoals gestandaardiseerde en modulaire ontwerpen, om het punt van productdifferentiatie uit te stellen.
- Het bedrijf heeft minstens een strategische voorraad aangelegd. Dit is het aanhouden van extra veiligheidsvoorraden van bepaalde kritieke onderdelen die ervoor zorgen dat de toeleveringsketens soepel kunnen blijven functioneren bij een onderbreking van de leveringen.
- Het bedrijf heeft voorraden opgeslagen op bepaalde strategische locaties zoals magazijnen, logistieke hubs en distributiecentra die door meerdere partners in de toeleveringsketen zoals detailhandelaren en reparatiecentra worden gedeeld.
- Het bedrijf heeft een divers leveranciersbestand. Hiervoor is dual sourcing of multi-sourcing een veelgebruikte strategie. Hierbij werkt een afnemer samen met twee of meerdere leveranciers voor dezelfde grondstof, onderdeel of goed.
- Het bedrijf doet aan diversificatie van de productiefaciliteiten. Het bedrijf maakt gebruik van twee of meerdere producenten, of een make-and-buy strategie. De make-and-buy strategie is een strategie waarbij het bedrijf een product zowel zelf produceert, als aankoopt bij een externe leverancier.
- Het bedrijf maakt gebruik van diverse transportmogelijkheden. Dit door aan multimodaal transport te doen. Hierbij implementeert het bedrijf een logistieke strategie die berust op meerdere vervoerswijzen. Multimodaal transport wordt gedefinieerd als de vracht die van oorsprong naar bestemming wordt vervoerd met gebruikmaking van verschillende vervoerswijzen. Deze worden gecoördineerd door één bedrijf die alle delen van de reis afhandelt.
- Het bedrijf maakt gebruik van diverse transportmogelijkheden. Dit door alternatieve transportroutes te voorzien. Het bedrijf heeft op voorhand routes uitgestippeld die het kan gebruiken wanneer er zich vertragingen of verkeersopstoppingen voordoen op de traditionele routes.
- Het bedrijf werkt samen met leveranciers die leveringsallianties hebben met andere leveranciers. Deze allianties dienen als een "vangnet" voor elk lid, dat hulp krijgt van andere leden als zich een verstoring voordoet.
- Het bedrijf heeft een korte toeleveringsketen. Dit kan mogelijk gemaakt worden door reshoring en nearshoring strategieën toe te passen. Reshoring houdt in dat een bedrijf zijn productieactiviteiten verplaatst van het buitenland, naar het land waar het is gevestigd en nearshoring betekent dat de productie wordt uitbesteed aan een nabijgelegen land.
- Het bedrijf doet aan verticale samenwerkingen. Deze bestaan uit samenwerkingen met leveranciers, interne samenwerkingen of samenwerkingen met afnemers. In deze samenwerking hebben de deelnemende bedrijven wederzijdse doelen, deelt men informatie en voert men gezamenlijke activiteiten uit.

- Het bedrijf doet aan horizontale samenwerking. Deze vindt plaats tussen organisaties die op hetzelfde niveau van de toeleveringsketen opereren en die vaak met elkaar concurreren. In deze samenwerking hebben de deelnemende bedrijven wederzijdse doelen, deelt men informatie en voert men gezamenlijke activiteiten uit.
- Het bedrijf heeft interne zichtbaarheid. Zichtbaarheid kan gedefinieerd worden als de mate waarin partijen in de toeleveringsketen tijdig toegang hebben tot relevante informatie die essentieel is voor het verbeteren van de activiteiten in de toeleveringsketen. De interne zichtbaarheid omvat alle aspecten in verband met de interne bedrijfsprocessen.
- Het bedrijf heeft externe zichtbaarheid. Zichtbaarheid kan gedefinieerd worden als de mate waarin partijen in de toeleveringsketen tijdig toegang hebben tot relevante informatie die essentieel is voor het verbeteren van de activiteiten in de toeleveringsketen. De externe zichtbaarheid omvat alle aspecten van goederen en producten buiten de organisatie, bij partners in de toeleveringsketen.
- De toeleveringsketen is gedigitaliseerd. Het bedrijf zelf kan digitalisatie hebben geïmplementeerd op veel vlakken zoals door het gebruik van robots, 3D printing, internet of things, artificiële intelligentie, drones, virtuele realiteit, digital twin solution, etc.
- Het bedrijf heeft een alomvattend bedrijfscontinuïteitsplan ontwikkelt op basis van haar unieke situatie. Dit plan geeft aan wat een bedrijf moet doen als een bepaald vooropgesteld risico zich voordoet. Het is dynamisch en evolueert naarmate de bedrijfsomgeving verandert en de afhankelijkheid van geavanceerde technologie verandert.
- Het bedrijf heeft een supply chain managementteam die beschikt over cognitieve vaardigheden, en menselijk en sociaal kapitaal. Deze drie elementen hebben invloed op de zichtbaarheid, het reactievermogen en de flexibiliteit van het supply chain netwerk, die vervolgens zorgen voor een veerkrachtige supply chain. Sociaal kapitaal bestaat uit persoonlijke relaties en de bronnen waartoe iemand toegang krijgt dankzij deze relaties. Dit kan kennis, steun, vaardigheden en invloed van de ander zijn. Menselijk kapitaal kan beschreven worden als de kennis die verworven is dankzij opleidingen. Cognitieve vaardigheid is de manier waarop managers betekenissen toekennen aan een gebeurtenis en de mogelijke gevolgen ervan, ook wel perceptie genoemd. De risicoperceptie van managers is een belangrijke factor voor een veerkrachtige toeleveringsketen.

Aantal stellingen aangevinkt	Score
0	Het bedrijf is niet veerkrachtig en kan zich niet weren tegen verstoringen.
≥ 1 en ≤ 7	Het bedrijf heeft een ondermaats veerkrachtig vermogen.
≥ 8 en ≤ 10	Het bedrijf heeft een vermogen die net voldoende is om weerstand te bieden tegen een verstoring.
≥ 11 en ≤ 13	Het bedrijf heeft een vermogen die goed is om weerstand te bieden tegen een verstoring.
≥ 14 en ≤ 16	Het bedrijf heeft een uitmuntend veerkrachtig vermogen.

Wanneer u wilt weten hoe veerkrachtig uw bedrijf is in procent dient u het aantal aangekruiste stellingen op te tellen en te delen door 16. Het getal dat u dan uitkomt dient u vervolgens te vermenigvuldigen met 100%. Stel dat u 10 van de 16 stellingen heeft aangeduid, dan heeft uw bedrijf een veerkrachtig vermogen van 62,50%.