

2015•2016  
FACULTEIT BEDRIJFSECONOMISCHE WETENSCHAPPEN  
*master in de toegepaste economische wetenschappen:  
handelsingenieur*

Masterproef  
Rittenplanning in het geval van extreme onzekerheid door natuurrampen

Promotor :  
Prof. dr. Gerrit JANSSENS

Tim Corstjens  
*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de toegepaste economische  
wetenschappen: handelsingenieur*

2015•2016

FACULTEIT BEDRIJFSECONOMISCHE  
WETENSCHAPPEN

*master in de toegepaste economische wetenschappen:  
handelsingenieur*

## Masterproef

Rittenplanning in het geval van extreme onzekerheid door  
natuurrampen

Promotor :  
Prof. dr. Gerrit JANSSENS

Tim Corstjens

*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de toegepaste economische  
wetenschappen: handelsingenieur*



## **Woord vooraf**

Deze masterproef geeft het sluitstuk weer van mijn vijfjarige opleiding Toegepaste Economische Wetenschappen- Handelsingenieur aan de Universiteit Hasselt. Het onderwerp van deze thesis 'Rittenplanning in het geval van extreme onzekerheid door natuurrampen' heeft mijn interesse gewekt door de maatschappelijke relevantie ervan in deze huidige tijden. Het is namelijk zo dat een stijging merkbaar is in het aantal natuurrampen. Voor mij was het een uitdaging om de maatschappelijke relevantie te beschrijven via de verschillende factoren die een rol spelen bij het plannen van ritten in deze omstandigheden en om deze rittenplanning later uit te voeren via enkele toepassingen.

Vooreerst wil ik mijn promotor prof. dr. Gerrit K. Janssens bedanken voor zijn begeleiding, deskundig advies en kritische en opbouwende feedback tijdens het tot stand komen van deze thesis.

Ik zou graag zeker via deze manier mijn ouders willen bedanken voor de kansen en de steun die ze mij gegeven hebben tijdens de afgelopen bachelor- en masterjaren van mijn opleiding, waarin ik de achtergrondkennis heb verworven die aan de basis ligt van deze thesis. Hierbij aansluitend wil ik ook nog mijn vrienden bedanken voor de morele steun tijdens het werken aan mijn thesis. Zonder hen allemaal was het nooit gelukt om deze masterproef tot een goed einde te brengen.

Tim Corstjens  
Rekem, mei 2016



## **Samenvatting**

Uit het praktijkprobleem blijkt dat natuurrampen op een meer frequentere manier plaatsvinden, waarbij het aantal mensen die getroffen worden automatisch gaat stijgen. Dit wordt beschreven in hoofdstuk 1. Het is dus belangrijk dat onderzocht wordt of enkele elementen een rol kunnen spelen binnen deze perioden van hoge onzekerheid en binnen deze methoden van logistieke rittenplanning. Dit was dan ook de centrale onderzoeksvraag van deze masterproef. Bij deze centrale onderzoeksvraag werden vier deelvragen geformuleerd om deze centrale onderzoeksvraag in zijn geheel te beantwoorden. In hoofdstuk 2 worden eerst nog twee praktijkproblemen aangehaald, waarbij de moeilijkheid om een goede reactie op een natuurramp beschreven wordt. Daarna komt een eigenlijke literatuurstudie terug, waar een beantwoording wordt gegeven op de eerste drie deelvragen. Deze literatuurstudie wordt teruggevonden onder hoofdstuk 3 met een onderverdeling van 3 deelhoofdstukken. In hoofdstuk 4 wordt een antwoord geformuleerd op deelvraag 4. In dit hoofdstuk 4 wordt binnen het eerste deelhoofdstuk nog een literatuurstudie uitgevoerd voor het concept van robuustheid volledig te vatten. Binnen de volgende deelhoofdstukken hierna worden dan enkele methoden van logistieke rittenplanning verder onderzocht met een zekere link van robuustheid hierbij.

Het maatschappelijk belang of het belang in het algemeen van deze masterproef ligt voornamelijk in de schade van een getroffen economie of het aantal slachtoffers binnen een zeker gebied. De belangrijkheid van een efficiënte werking van logistieke rittenplanning is meteen duidelijk. Logistieke rittenplanning kan bijvoorbeeld erin bestaan dat enerzijds slachtoffers uit een getroffen gebied moeten worden geëvacueerd of anderzijds dat hulpgrondstoffen, van een zeker depot, naar zekere plaatsen binnen een getroffen gebied moeten getransporteerd worden.

Om verschillende elementen die een rol kunnen spelen binnen een logistieke rittenplanning te onderzoeken wordt een literatuurstudie uitgevoerd. Deze literatuurstudie wordt teruggevonden onder hoofdstuk 3, die nog eens verder onderverdeeld wordt in 3 deelhoofdstukken. Als eerste wordt de rol van communicatiestromen besproken binnen de respons op de gebeurtenis van een natuurramp. Maar vooraleerst verschillende technieken worden besproken, worden enkele problemen binnen communicatiekanalen besproken die kunnen voorkomen bij de respons op een natuurramp. Drie grote problemen worden aangehaald binnen deze zogenaamde communicatiekanalen (vaak gezien als informatie die verspreid moet worden overheen de verschillende werkende hulporganisaties). Een eerste probleem is de horizontale communicatiestroom waar hulporganisaties naast elkaar werken, zonder met elkaar iets af te spreken. Een tweede probleem die vaak wordt teruggevonden is verticale communicatiestroom, waarbij de communicatie niet efficiënt zal verlopen door de vele hiërarchische structuren binnen hulpverlening. Een derde en laatste probleem die gevonden zal worden is de grootte van de bandbreedte (hiermee wordt de verwerkingscapaciteit van planningscentra bedoeld). Na deze problemen wordt een eerste methode aangehaald die de efficiëntie van logistieke rittenplanning kan verhogen, namelijk *data fusion*. Dit is een methode die gegevensstromen meer efficiënt genereert. Binnen deze methode worden drie grote categorieën aangehaald: *Report generator*, *Data fusion* en *Dispatcher/Router*. Dit is een geschikte methode om parameters te schatten en

meer realistische schattingen van veranderingen binnen de omgeving te verkrijgen. Een tweede methode die binnen dit deelhoofdstuk werd aangehaald, is de viable system model (VSM), waarbinnen de structuur van een supply chain alsook de samenwerking van alle componenten binnen een omgeving van hoge onzekerheid worden gedefinieerd. Deze methode geeft weer dat met ontzettend veel elementen rekening moet gehouden worden binnen deze omgevingen.

In het tweede deelhoofdstuk van de literatuurstudie worden de verschillende rollen weergegeven van sociale media tijdens de respons op een natuurramp. Sociale media gaan immers steeds een meer belangrijke rol spelen voor een efficiënte rittenplanning in de hulpverlening. Sociale media zal immers een grote bron van informatie zijn in de periode net na een natuurramp, waar mensen uit de getroffen gebieden kwaliteitsvolle informatie de wereld in kunnen sturen. Het dienen als doorgeefluik van informatie is zowat de meest belangrijke rol van sociale media net na een natuurramp. Andere rollen worden binnen dit deelhoofdstuk ook nog aangehaald, zoals de juiste groep bereiken of zelf een psychologische rol (kalmerende rol). Natuurlijk mag deze informatie, die vaak van lokale mensen komt, niet zomaar als correct worden beschouwd. Daarvoor werden enkele methoden ontwikkeld die de kwaliteit onderzoeken van deze informatie. Bepaalde onderzoeken halen vier parameters aan waarop kwaliteit onderzocht kan worden: tijdigheid, beschikbaarheid, accuraatheid en compleetheid. Algemeen wordt aangenomen dat de informatie vanuit sociale media zeker van nut kan zijn, voornamelijk in de periode vlak na een natuurramp. Later zal dit nut van informatie steeds lager worden.

Binnen het derde deelhoofdstuk wordt de rol van private organisaties onderzocht, waarbij de stakeholderstheorie een zeer belangrijke rol speelt. Deze theorie is namelijk de grote motivatie van bedrijven om mee te helpen vlak na een natuurramp. Zo kunnen zogenaamde PPP's (private public partnerships) worden opgezet, wat eigenlijk contracten zijn tussen overheid en private ondernemingen. De rol van de Verenigde Naties wordt steeds belangrijker bij hulpverlening, deze gaat immers meer en meer een coördinerende rol opnemen. Zo vaardigt de VN handboeken uit waarbij de werking van hulpacties net na een natuurramp beschreven worden. *Online communities* kunnen een belangrijke rol hebben voor hulpverlening, hierbij worden FOS systemen aangehaald. Binnen deze FOS systemen zullen vaak stakeholders actief zijn en wordt de omgevingscontext beter begrepen door de private ondernemingen en de hulporganisaties. Enkele logistieke frameworks, vooral voor private ondernemingen, kunnen worden gebruikt voor de beantwoording op een natuurramp. Zo wordt eigenlijk aangetoond dat private organisaties en de VN zeker van nut kunnen zijn in een efficiënte beantwoording van een natuurramp.

Nadat een duidelijk beeld werd gevormd rond verschillende factoren die van invloed kunnen zijn tijdens het uitvoeren van een rittenplanning net na een natuurramp, wordt verder nog een empirische studie uitgevoerd. Binnen deze empirische studie wordt voornamelijk de robuustheid onderzocht binnen *vehicle routing problems*. Hier wordt onderzocht of als er perioden zijn wanneer bijvoorbeeld een gebied niet bereikbaar is (onzekerheid) deze rittenplanningsmethoden nog werken. De robuustheid wordt gecontroleerd op basis van verschillende maatstaven, om zo ook de beste robuuste oplossing te vinden. Hierbinnen wordt vooral de focus gelegd op het minimaliseren van de worst case scenario's. De oplossingen bekomen door de robuuste criteria die worden aangehaald liggen in lijn met de verwachtingen die vooraf bepaald werden.

Ten slotte worden conclusie getrokken uit de literatuurstudie en het praktijkonderzoek. Hierbij worden ook de beperkingen en suggesties voor verder onderzoek aangehaald. Er moet hier aangehaald worden dat bij de gebruikte modellen zo veel mogelijk rekening is gehouden met de realiteit van het plannen van ritten. De modellen kunnen wel gebruikt worden voor het plannen van ritten in tijden van nood, maar voor de robuuste gegevens werden afstanden met een bepaalde factor vergroot om zo bijvoorbeeld de onbereikbaarheid van een zeker gebied na te bootsen. Dit zijn eigenlijk assumpties die genomen worden. In een mogelijk verder onderzoek kan bijvoorbeeld meer met exacte afstanden worden gewerkt, of kunnen meerdere scenario's onderzocht worden.





## Inhoudsopgave

Woord vooraf.....	I
Samenvatting .....	III
Inhoudsopgave.....	VII
Figurenlijst.....	IX
Tabellenlijst.....	X
HOOFDSTUK 1: PROBLEEMSTELLING EN ONDERZOEKSOPZET .....	1
1.1 Formulering van het onderzoeksdoel .....	1
1.2 Probleemstelling .....	2
1.3 centrale onderzoeksvraag en de deelvragen .....	5
1.4 Het onderzoeksopzet .....	6
HOOFDSTUK 2: VOORBEELDEN UIT DE REALITEIT .....	9
HOOFDSTUK 3: LITERATUURSTUDIE.....	13
3.1 Welke rol speelt communicatiestroom binnen een goede respons op een natuurramp? Hoe kan dit bijdragen tot een meer effectieve en meer efficiënte beantwoording op een natuurramp? .....	13
3.1.1 Problemen rond communicatiestromen.....	13
3.1.2 Data Fusion .....	15
3.1.3 VSM methode .....	19
3.1.4 Conclusie.....	22
3.2 Welke rol heeft de informatie die logistieke planners uit sociale media en open software kunnen halen op de respons net na een natuurramp? .....	23
3.2.1 De verschillende rollen van sociale media.....	24
3.2.2 Kwaliteit van informatie uit sociale media .....	28
3.2.3 Conclusie.....	32
3.3: Hoe zullen landen en organisaties efficiënter kunnen reageren op een beschreven ramp, door middel van te kijken naar commerciële bedrijven en de Verenigde Naties hierin spelen?.....	33
3.3.1 Rol van private ondernemingen.....	33
3.3.2 Logistieke frameworks.....	37
3.3.3 Conclusie.....	38
3.4 Conclusie .....	39

HOOFDSTUK 4: WAT ZIJN DE VERSCHILLENDE METHODEN DIE TOEGEPAST ZULLEN WORDEN IN DE VERSCHILLENDE MOGELIJKE, RISICOVOLLE SITUATIES, ZOALS AARDBEVING, OVERSTROMINGEN EN ANDERE NATUURRAMPEN?.....	41
4.1 Robuustheid.....	41
4.2 Vehicle Routing Problem.....	44
4.2.1 Opbouw model.....	46
4.2.2 Optimalisatiemodel.....	49
4.2.3 Conclusie.....	53
4.3 VRP met selectie.....	53
4.3.1 Opbouw model.....	54
4.3.2 Optimalisatiemodel.....	58
4.3.3 Conclusie.....	61
4.4 Conclusie.....	61
Hoofdstuk 5: Conclusie.....	63
5.1 Conclusie uit de literatuur- en praktijkstudie.....	63
5.2 Beperkingen en suggesties voor toekomstig onderzoek.....	64
REFERENTIELIJST.....	65
Wetenschappelijke artikels.....	65
Boekenlijst.....	71
Artikelen van het internet.....	72
BIJLAGEN.....	75

## Figurenlijst

<b>FIGUUR 1:</b> INDEPENDENT MODULES IN CMIF SIMULATION MODEL. (JOTSHI ET AL.2009).....	<b>17</b>
<b>FIGUUR 2:</b> VSM-METHODE (PREECE ET AL., 2014) .....	<b>21</b>
<b>FIGUUR 3:</b> MODEL VAN STAKEHOLDERS (DONALDSON EN PRESTON, 1995).....	<b>34</b>
<b>FIGUUR 4:</b> BEOC CENTRE (DAY, STROTHER, KOLLURU, BOOTH, RAWLS EN CALDERON, 2010)..	<b>36</b>
<b>FIGUUR 5:</b> GRAFISCHE VOORSTELLING VAN EEN VRP OPLOSSING .....	<b>48</b>
<b>FIGUUR 6:</b> OPLOSSING VAN EEN RITTENPLANNINGSPROBLEEM .....	<b>50</b>
<b>FIGUUR 7:</b> AANDUIDING VAN HET GETROFFEN GEBIED .....	<b>50</b>
<b>FIGUUR 8:</b> CONCEPT VRP-SELECTIE .....	<b>57</b>
<b>FIGUUR 9:</b> BASISMODEL VRP-SELECTIE .....	<b>58</b>
<b>FIGUUR 10:</b> GETROFFEN GEBIED VRP-SELECTIE.....	<b>59</b>

## Tabellenlijst

<b>TABEL 1:</b> OVERZICHT SCHADE NATUURRAMPEN (2011-2014) .....	<b>3</b>
<b>TABEL 2:</b> GEGEVENS VOORBEELD VRP .....	<b>49</b>
<b>TABEL 3:</b> ABSOLUTE ROBUSTNESS SOLUTION.....	<b>51</b>
<b>TABEL 4:</b> ROBUST DEVIATION .....	<b>52</b>
<b>TABEL 5:</b> RELATIVE ROBUSTNESS SOLUTION .....	<b>52</b>
<b>TABEL 6:</b> GEGEVENS VRP MET SELECTIE .....	<b>58</b>
<b>TABEL 7:</b> ABSOLUTE ROBUST SOLUTION VRP-SELECTIE.....	<b>60</b>
<b>TABEL 8:</b> ROBUST DEVIATION VRP-SELECTIE.....	<b>60</b>
<b>TABEL 9:</b> RELATIVE ROBUSTNESS SOLUTION VRP-SELECTIE.....	<b>61</b>
<b>TABEL 10:</b> BASISSCENARIO MET VERSCHILLENDE SCENARIO'S .....	<b>75</b>
<b>TABEL 11:</b> SCENARIO 2 MET VERSCHILLENDE SCENARIO'S .....	<b>75</b>
<b>TABEL 12:</b> SCENARIO 3 MET VERSCHILLENDE SCENARIO'S .....	<b>75</b>
<b>TABEL 13:</b> SCENARIO 4 MET VERSCHILLENDE SCENARIO'S .....	<b>75</b>
<b>TABEL 14:</b> SCENARIO 5 MET VERSCHILLENDE SCENARIO'S .....	<b>76</b>
<b>TABEL 15:</b> SCENARIO 6 MET VERSCHILLENDE SCENARIO'S .....	<b>76</b>

# **HOOFDSTUK 1: PROBLEEMSTELLING EN ONDERZOEKSOPZET**

Binnen dit hoofdstuk wordt de probleemstelling beschreven en wordt daarbij stilgestaan bij de centrale onderzoeksvraag met de daarbij horende deelvragen. Deze deelvragen zijn nodig om een volledig antwoord te verkrijgen op de centrale onderzoeksvraag. Zo wordt het doel van deze masterproef duidelijk gesteld, en wordt duidelijk wat binnen deze masterproef onderzocht wordt. Al dit zal worden bekomen vanuit een academisch standpunt of context.

## **1.1 Formulering van het onderzoeksdoel**

Doorheen de laatste jaren zijn verschillende natuurrampen voorgekomen. Hun aantal zal alleen maar stijgen volgens de verschillende wetenschappelijke artikels die binnen deze masterproef later rijkelijk aan bod komen. Het artikel van Smith en Swanson (2013) was één van de studies die deze stelling ging beamen. Dit onderzoek zag een stijging van 50 natuurrampen naar 500 natuurrampen tussen 1900 en 2009. Het onderzoek van Guba-Sapir, Hoyois en Below (2015) haalt bijvoorbeeld aan voor het jaar 2014 dat er 330 natuurrampen plaatsvonden, waarbij 21 610 doden vielen, voor het jaar 2014 was dit aantal wel minder met 7 823 doden. Een kanttekening hier wel bij is dat 140,8 miljoen mensen getroffen werden door een natuurramp in het jaar 2014 (Guba-Sapir et al., 2015). Dit cijfer lag misschien onder het 10-jarlijks gemiddelde, maar moet wel in perspectief bekeken worden. In 2014 was niet echt sprake van een grote natuurramp, die maar een keer om de aantal jaren zal voorkomen.

Als de gegevens van 2014 onderzocht worden, het jaar met het meest recente grondig uitgevoerde onderzoek, wordt gezien dat sprake is van meer doden door het toedoen van overstromingen. Dit type van natuurrampen stond in voor 47.2% van het totale sterftcijfer bekomen door rampen (Guba-Sapir et al., 2015). De tweede grootste categorie van sterfte ontstond door het voorkomen van stormen. Deze stond in voor 36.4% van de doden door een natuurramp. Na deze twee grote categorieën was nog sprake van geofysische ramp (9.9%), dit zijn bijvoorbeeld aardbevingen. Een laatste categorie die bekeken kan worden is deze van klimatologische rampen, die instonden voor 6.5% van de natuurrampen in 2014. Deze categorie heeft betrekking op disasters die voortkomen uit veranderingen in het klimaat op de lange termijn (Guba-Sapir et al., 2015).

Het onderwerp van deze masterproef is een zeer maatschappelijk onderwerp, dat ieder jaar in belangrijkheid zal toenemen. Deze stijging in belangrijkheid wordt weergegeven door de toename van wetenschappelijk onderzoeken binnen dit domein. Deze wetenschappelijke onderzoeken bekijken vooral de logistieke planning en werking net na een disaster, om zo de impact van deze natuurrampen op de gebieden of de slachtoffers te verlichten. Vaak hebben deze modellen een focus op rittenplanning. Deze planning heeft tot doel het leveren van hulpgoederen als het evacueren van slachtoffers uit de getroffen gebieden, zoals het onderzoek van Sheu (2014) bekijkt. Binnen deze masterproef wordt getracht de context en factoren, die een rol kunnen spelen, van de

modellen te bekijken. Om deze modellen beter te begrijpen. Hierna zal binnen deze masterproef onderzocht worden hoe een of meerdere modellen in een fictief gebied zullen werken door zelf een model uit te voeren, via welbepaalde software. Bij deze modellen wordt automatisch dan een link gelegd met robuustheid.

## **1.2 Probleemstelling**

Vandaag de dag is een stijgende trend waarneembaar in het aantal natuurrampen, dit is hierboven al even kort aangehaald. Een natuurramp zal als volgend worden gedefinieerd binnen het onderzoek van Hu, Sheu en Xiao (2014):

“Earthquakes, hurricanes, droughts and floods are global challenges due to their unpredictability and potential scale of impact in terms of social, environmental and economic costs. Many natural disasters displace people. Furthermore natural disasters can cause psychological suffering, altering people’s behaviors and decision making, increasing rescue and relocation difficulties and decreasing social stability and security” (Hu and Shue,2013; Rennemo et al., 2014). (p.113)

Het onderzoek van Guha-sapir en Below (2013) haalt aan dat de meeste natuurrampen voorkomen in China, Verenigde Staten, de Filipijnen, India en Indonesië. In de laatste jaren zijn tal van voorbeelden te vinden in de praktijk: New Orleans (2005), Haïti (2011), Chili (2010), .... Statistisch komt in de wereld een natuurramp via overstroming (49%) en stormen (38%) het vaakst voor (Disaster statistics, 2015). Natuurrampen door droogte of extreme temperaturen komen veel minder voor. Veel van deze eerder aangehaalde gebieden lopen immers een verhoogd risico op het voorkomen van een natuurramp, door hun geografische kenmerken. De verhoogde impact van natuurrampen komt, volgens het onderzoek van Smith & Swanson (2013), voornamelijk door een verhoogde bevolkingsconcentratie. De gevolgen zijn meteen groter als de bevolkingsconcentratie hoger zal liggen, dit omdat meer mensen wonen in de risicovolle gebieden (Brown en Snarr, 1979). Door al deze redenen wordt steeds meer en meer aandacht en tijd gestoken in deze materie door verscheidene wetenschappers in de vorm van een stijging in het aantal wetenschappelijk onderzoeken.

Tabel 1: Overzicht schade natuurrampen (2011-2014)

jaar	Aantal natuur-rampen	Econo-mische schade (miljoen dollars)	slachto ffers	Aantal Betrokkene (miljoen)
2011	332	\$366,1	30.773	244,7
2012	357	\$157	9.655	124,5
2013	330	\$118,6	21.610	96,5
2014	324	\$99,2	7.823	140,8

Eén van de redenen voor deze stijgende aandacht voor deze materie is het potentiële economische verlies wat landen kunnen oplopen. Deze reden wordt ook teruggevonden in het onderzoek van Guba-Sapir et al. (2015) waar de onderzoekers aanhalen dat het economisch schade voor het jaar 2014 99.2 miljard US dollar bedraagde, dit wordt teruggevonden in bovenstaande tabel 1. Dit was wel ver onder het 10-jaarlijks gemiddelde van 162.5 miljard US dollar (Heigh, Navangul en Majewski, 2010). Ter vergelijking is dit bedrag een vertwaalfvoudiging van het bedrag in het jaar 1975. Bij deze bedragen, uitgedrukt in geldwaarden, komen het potentiële aantal gewonden en mogelijk in het ergste geval het aantal dodelijke slachtoffers. Om de mogelijke verliezen zo laag mogelijk te houden is een grote en belangrijke rol weggelegd voor een efficiënte rittenplanning (logistiek). In het wetenschappelijk onderzoek van De Leeuw, Vis en Jonkman (2012) wordt, in deze context, een definitie teruggevonden voor de term logistiek:

“Logistics is defined her as the process of planning, implementing and controlling the efficient, cost-effective flow and storage of goods and materials, as well as related information, from the point of origin to the point of consumption for the purpose of alleviating the suffering of vulnerable people.” (De Leeuw, Vis en Jonkman, 2012, p.167)

De slechte werking van logistiek in tijden van nood wordt aansluitend aangehaald binnen het onderzoek van Shue (2014), waarbij ze nog een vrij recent voorbeeld aanhaalde van 2009 van een overstroming in Taiwan. Slachtoffers moesten zes dagen wachten op hulpverlening, de mensen die gehuisvestigd waren in de bergen werden zeer boos door de slechte hulpverlening (psychologische impact). Een zeer beduidend voorbeeld kwam binnen deze situatie naar voren, nadat 48 lijkzakken werden gedropt boven het getroffen gebied in plaats van de nodige dagelijkse benodigdheden, zoals water en voedsel (Shue, 2014).

Meer recent kwam een slechte werking van logistieke hulp in het nieuws, het B-fast hulpteam werd immers uitgestuurd naar het getroffen gebied van Nepal, maar wegens een misgelopen communicatie tussen de verschillende bevoegde organisaties werd de missie een totale mislukking. Dit debacle, zoals het in de media genoemd werd, zorgde voor veel kritiek van regering en de publieke opinie (De Morgen, 2015). De kosten voor het transporteren van de leden van het B-fast team waren zeer hoog. Dit is een duidelijke reden waarom goede communicatie en een duidelijke structuur essentieel is in tijden van zware nood. Dat het wetenschappelijk werk van de onderzoekers belangrijk kan zijn, werd duidelijk aangetoond binnen deze case van Nepal. Vele wetenschappelijke onderzoeken geven immers de belangrijkheid weer van communicatie tijdens



het gebeuren van een *disaster*. Binnen deze masterproef worden enkele modellen aangehaald voor het voeren van een efficiënte en goede communicatie tijdens de situaties van verhoogd risico en complexiteit. Maar ook om een totale evaluatie te maken van een *supply chain* gelinkt aan de hoge onzekerheid net na natuurrampen.

Meer en meer wordt binnen deze context de rol van private (commerciële) bedrijven belangrijker. Deze commerciële bedrijven zijn vooral logistieke bedrijven. Volgens het onderzoek van Smith en Swanson (2013) zijn deze type bedrijven beter geschikt voor deze situaties van hoge onzekerheid. Zeer recentelijk was in Parijs een situatie van kracht met een zeer hoge mate van onzekerheid en paniek. Na verscheidene aanslagen in de hoofdstad in Parijs, op verschillende plaatsen, was een hoge onzekerheid bij de inwoners aanwezig, zeker omdat op zulke momenten de gsm-belasting zeer hoog is. Hierdoor leven families en dierbaren in hoge onzekerheid in deze momenten over de toestand van dierbaren. Technologiebedrijven stelden hun technologie beschikbaar net na de ramp. Facebook maakte bijvoorbeeld een functie aan om voor mensen in Parijs aan hun vrienden aan te geven dat ze veilig waren. Twitter maakte gebruik van een zogenaamde hashtag, specifiek *#porteouverte*, waar bewoners konden melden dat ze hun huis beschikbaar stellen voor personen die getroffen werden door de rampen.

Wetenschappelijke artikels maken gebruik van logistieke modellen, om deze extreme situaties te simuleren. In de loop van deze masterproef zullen een aantal van deze modellen worden aangehaald in de literatuurstudie, voornamelijk wordt de focus gelegd op *vehicle routing problems*. De wetenschappelijke artikels bestuderen vaak natuurrampen in verschillende fases: planning en voorbereiding, monitoring extreme condities, effectieve ramp, herstel (De Leeuw, Vis en Jonkman, 2012). In deze wetenschappelijke onderzoeken worden vooral zogenaamde 'robuuste' modellen gebruikt, deze term betekent dat deze soort modellen niet optimale oplossingen toelaten onder deze situaties van hoge onzekerheid. Deze robuuste modellen worden gezien als een effectieve tool voor een optimaal ontwerp en management van *supply chains*, die activiteiten uitvoeren in onzekere omgevingen (Fahimnia, Jabbarzadeh en Seuring, 2014). Binnen deze masterproef wordt als voorbeeld twee rittenplanningen uitgevoerd met een link naar robuustheid, doormiddel van het zoeken van robuuste oplossingen.

Hierboven werden enkele voorbeelden aangehaald vanuit de maatschappij, waarbij een effectieve respons nodig is op de gebeurtenis van natuurrampen. Het onderzoek binnen deze masterproef is een zeer maatschappelijk onderwerp en de belangrijkheid neemt alleen maar toe. Binnen dit onderzoek wordt verder de rol van communicatie geanalyseerd, verder wordt de rol van sociale media en private bedrijven onderzocht binnen de respons op een natuurramp. Automatisch kan het verband worden gelegd naar de werking, zowel positieve als negatieve invloeden, van deze elementen op de logistieke rittenplanningsmodellen die besproken worden binnen deze masterproef. Al deze aangehaalde elementen worden onderzocht binnen de centrale onderzoeksvraag en de betreffende deelvragen.

### **1.3 centrale onderzoeksvraag en de deelvragen**

Zoals in de probleemstelling kort is aangehaald kunnen tal van logistieke modellen onderzocht worden, die zorgen voor een respons op natuurrampen. Bij deze modellen en de hierbij horende natuurrampen wordt getracht enkele factoren en kenmerken te onderzoeken. Hierbij maken we binnen deze masterproef vooral gebruik van academische studies.

Binnen deze masterproef is het vooral de bedoeling om rittenplanning in tijden van hoge onzekerheid te analyseren en hierbij de moeilijkheden weer te geven. Voor deze moeilijkheden worden dan oplossingen gezocht. Hierbij wordt de focus gelegd op de robuuste rittenplanning, omdat deze meer en meer gebruikt worden in de gevonden literatuur. Deze modellen worden op robuustheid getest, door te werken met zogenaamde inputgegevens die gekenmerkt worden door een hoge onzekerheid. Dit leidt tot de volgende *centrale onderzoeksvraag*:

**Welke effect heeft het plaatsvinden van een disaster, via robuuste gegevens, op de werking van rittenplanningsmodellen, rekening houdend met factoren die een rol kunnen spelen, maar die niet expliciet worden opgenomen in de logistieke modellen?**

Bij de probleemstelling werd reeds aangehaald dat gebrekkige communicatie vaak problemen kan veroorzaken binnen de logistieke hulpverlening. Communicatie heeft een groot belang zo dat de logistieke modellen goed werken. Daarom is het nuttig om eens de rol van communicatie binnen de werking van de verschillende logistieke operatoren te onderzoeken. Waarbij vooral de gevolgen onderzocht worden van een slecht onderlinge communicatie. Dit leidt tot de volgende *deelvraag 1*:

Welke rol speelt communicatie binnen een goede respons op een natuurramp? Hoe kan deze communicatie bijdragen tot een meer effectieve en meer efficiënte beantwoording op een natuurramp?

Een andere belangrijke reden tot het bekomen van een inefficiënte hulpverlening is dat onvoldoende informatie verkregen wordt of de informatie niet volledig correct is. Voor een natuurramp kunnen organisaties en overheden zich nooit ten volle 100% perfect voorbereiden. Bij een natuurramp is altijd sprake van iets onverwachts: dit betreft schade, tot tijdstip en nog veel meer. Daarom is het noodzakelijk dat logistieke rittenplanners genoeg informatie bekomen, deze informatie moet vrij snel ter beschikking zijn van de hulpverleners en deze moet daarenboven correct zijn. Binnen tal van onderzoeken wordt sociale media gebruikt als bron om informatie te verschaffen. Daarom wordt *deelvraag 2* als volgend geformuleerd:

Welke rol heeft de informatie die logistieke planners uit sociale media kunnen halen op de respons net na een natuurramp?

Het verlenen van logistieke hulp zal gezien worden als een bedrijvigheid die vooral uitgevoerd wordt door publieke bedrijven. Een trend is zichtbaar dat private (commerciële) bedrijven meer en meer logistieke hulpverlening bieden aan de slachtoffers in de getroffen gebieden. Voor deze hulpverlening wordt gezien dat private bedrijven hieruit voordelen kunnen halen. Niet enkel private

bedrijven zijn bereid een rol te spelen, het is vaak dat bij de gebeurtenis van een natuurramp de Verenigde Naties een centrale rol zal opnemen. Hierbij zal *deelvraag 3* als volgend worden geformuleerd:

Hoe zullen landen en organisaties efficiënter kunnen reageren op een beschreven ramp, door middel van de rol te onderzoeken naar commerciële bedrijven en de Verenigde Naties?

De hierboven besproken deelvragen zullen een beeld geven welke externe factoren een rol spelen binnen de verschillende logistieke modellen. Binnen deze laatste deelvraag worden *vehicle routing problems* aangehaald. Hierbij wordt een zekere focus gelegd op robuustheid, die rekening houdt met de onzekerheid inputgegevens. Robuustheid is namelijk een methode die aan een sterke opmars bezig is in de wetenschappelijke literatuur. De opmars komt doordat deze logistieke modellen rekening houden met sub-optimale omstandigheden en sub-optimale oplossingen. Daarom wordt *deelvraag 4* als volgend geformuleerd:

*Hoe moet robuustheid onderzocht worden volgens wetenschappelijke literatuur voor het plannen van ritten net na een natuurramp?*

Met het beantwoorden van deze bovenstaande deelvragen, wordt getracht een totaal beeld te schetsen over het onderwerp rond logistieke modellen bij natuurrampen. Hierbij wordt getracht de volledige werking van deze logistieke modellen te bestuderen, alsook de studie van enkele factoren die een rol kunnen spelen binnen deze modellen.

## **1.4 Het onderzoeksoptzet**

Binnen het eerste gedeelte van deze masterproef wordt gebruikt gemaakt van een uitvoerige literatuurstudie. De terugkoppeling naar de literatuur komt terug in alle 4 de deelvragen. Enkel bij de behandeling van de laatste deelvraag zal meer sprake zijn van een empirisch gedeelte. Bij deze deelvraag zullen toepasselijke rittenplanningsmodellen worden onderzocht en in een later stadium uitgevoerd via enkele toepasbare programma's.

Voor het uitwerken van de literatuurstudie wordt binnen deze masterproef gebruik gemaakt van zowel primaire bronnen gebruikt als zowel secundaire bronnen. Het opzoeken van deze wetenschappelijke bronnen gebeurde aan de hand van zoekmachines zoals Google Scholar, Ebscohost. Voor het opzoeken van geschikte krantenartikels maakten we gebruik van het medium Mediargus en Gopress academic. Deze artikels waren van nut tijdens het uitschrijven van de hierboven uitgeschreven probleemstelling.

Een empirische methode zal worden uitgevoerd op het einde van deze masterproef. Binnen dit gedeelte zullen rittenplanningsmodellen, gevonden uit de literatuurstudie, onderzocht worden. Waarbij de focus voor deze optimalisatiemodellen natuurlijk meer zal liggen op de robuuste oplossingen van deze modellen. Let wel dat de data, die gebruikt worden binnen dit empirisch

gedeelte en gerund worden, fictief zijn. Dit wordt aangenomen, omdat realistische gegevens hier zeer moeilijk te bekomen zijn.

In het volgende hoofdstuk worden enkele voorbeelden uit de realiteit aangehaald, die van nut kunnen zijn om aan te tonen dat logistieke hulpverlening zelden perfect gaat verlopen. Immers zijn er altijd elementen aanwezig, waarmee geen rekening van te voren gehouden wordt. Zoals hier later aangetoond kan worden, zijn het niet enkel de armere landen die geen effectieve respons op natuurrampen hebben, maar dat ook de rijkere landen kunnen hiermee te maken hebben. Dit volgende hoofdstuk wordt vooral gebruikt om de relevantie van dit onderwerp nog beter te kunnen plaatsen.



## **HOOFDSTUK 2: VOORBEEDEN UIT DE REALITEIT**

Dit hoofdstuk dient om de verschillende problemen die in de periode kort na het voorkomen van natuurrampen te schetsen, vanuit de realiteit. En dat deze problemen in eigenlijk alle landen, zowel rijk als arm, kunnen voorkomen. Een goede voorbereiding leidt vaak niet automatisch tot een goede hulpverlening, zoals zal blijken uit deze voorbeelden.

De conclusie die algemeen getrokken wordt (zelfs voordat nog maar naar enig wetenschappelijk onderzoek onderzocht is geworden), is dat rijke en goed georganiseerde landen, niet altijd in staat zijn een positieve reactie te realiseren op een *disaster-scenario*.

Als eerste voorbeeld kan de reactie van de Amerikaanse overheid worden aangehaald op de ramp van orkaan Katrina (New Orleans, 2005). De buitenwereld en de eigen bevolking gaven veel kritiek op de wijze van hulpverlening van overheidsinstellingen die moeten instaan voor de hulpverlening net na het plaatsvinden van een *disaster*. Eén van de overheidsinstellingen, binnen de Verenigde Staten, die hier de hoofdrol moet spelen, is de FEMA (The Federal Emergency Management Agency). Critici gaven aan dat zij zich teveel focusten op een terroristenaanslag, in plaats van op een mogelijke natuurramp. De FEMA diende de prioriteit, opgelegd door hoger hand, te leggen op externe bedreigingen en niet zozeer op de interne bedreigingen (Borger en Campbell, 2005). Afgelegde verklaringen van de hulpverleners ter plaatse maakten dit duidelijk. Een specifieke verklaring springt hierbij uit het oog, namelijk deze van een official uit Baton Rouge (Borger en Campbell, 2005). De officials in de regio kregen door de FEMA Cipro (ciprofloxacine) en andere hulpstoffen gestuurd naar hen. Deze hulpgoederen helpen enkel bij een anthrax-aanval, met andere woorden tegen een chemische terroristische aanval. Toen de hulpverleners ter plaatse aan de FEMA-officials vroegen waarom ze deze stuurden en geen nuttige hulpgoederen, antwoorde deze dat ze het zelf niet wisten, het stond namelijk zo in de *guidelines* (Borger en Campbell, 2005). Een falen van de communicatie zorgde ervoor dat chaos heerste tussen het rampgebied en erbuiten. Gouverneur Blanco haalde aan dat de FEMA en de andere overheidsinstellingen actief in het rampgebied enkel in communicatie konden staan met het Witte Huis, en niet met de mensen binnen het rampgebied (Borger en Campbell, 2005).

Wat veel personen nog steeds in onzekerheid brengt is, dat wel degelijk een scenario aanwezig was van wat moest gebeuren indien overstromingen zich zouden voortdoen binnen de staat New Orleans. In 2004 werd zelfs een simulatie met 40 federale, staats- en lokale organisaties uitgevoerd overheen 5 dagen (Borger en Campbell, 2005). De organisaties hadden vertrouwen dat voor deze regio genoeg voorbereiding was getroffen, indien effectief een ramp zou plaatsvinden. Echter toen het een jaar later effectief voorkwam, werd net een slechte communicatie tussen de verschillende hulporganisaties vastgesteld.

Vooraf de FEMA kreeg veel kritiek op hun reactie op de verscheidene berichten vanuit het rampgebied. Volgens critici kregen de officials van FEMA geen vat op de ernst van de situatie binnen het getroffen gebied. Zeker omdat de mensen in nood niet bereikt werden, terwijl dit wel mogelijk was geweest volgens meerdere bronnen (Tribune Newspapers: Los Angeles Times, 2015).

De totale schade in eigendommen liep op tot ongeveer 81.2 miljard US dollar en het dodentol liep op tot 1500 doden (Lindell, Prater en Wu, 2012). Beide cijfers vormen negatieve records binnen Amerika in het geval van natuurrampen.

Soms is het gewoon zeer moeilijk om een degelijke hulpverlening op poten te zetten. Om een ander voorbeeld te bekijken, van een slechte hulpverlening, kan de tsunami (2004) in de Indische Oceaan aangehaald worden. Deze natuurramp kreeg zeer veel media-aandacht en was zowat de ergste natuurramp die onze wereld gekend heeft tot heden. In totaal werden 11 landen getroffen door de tsunami, waarbij 225.000 mensen het leven lieten. Het meest getroffen waren de mensen uit Indonesië, Sri Lanka, Indië en Thailand. Als reactie op de zeer grote noodsituatie, werd het grootste bedrag ooit verzameld door humanitaire organisaties. In totaal werd een bedrag van zeven miljard US dollar opgehaald (Amado en Tolentino, 2007).

Uit het onderzoek van Amado en Tolentino (2007) wordt bepaald dat adequate hulpverleningsplannen bestonden op dit moment, toch hadden deze neergeschreven plannen amper tot geen betekenis in de praktijk. Deze plannen werden totaal niet inge oefend doorheen de jaren, weinig aandacht werd aan deze plannen geschonken. Het probleem lag vooral in de waarschuwingssignalen voor tsunami, toen de zeebeving zich voordeed. Mensen werden niet op tijd gewaarschuwd en officials konden hierdoor geen hulpacties op poten zetten (Amado en Tolentino, 2007).

De onderzoekers merkten op dat het soms quasi onmogelijk is om logistieke activiteiten uit te oefenen, ook al zijn goede plannen aanwezig. Deze onmogelijkheid ontstond doordat de infrastructuur van wegen, havens en communicatiemiddelen volledig onbruikbaar waren als gevolg van de tsunami. Het onderzoek van Martin (2005) geeft enkele voorbeelden hoe de logistieke hulp bemoeilijkt werd. Een eerste voorbeeld toont dat de United Parcel Service (UPS) onmogelijk hulp kon bieden, omdat de vliegtuigen niet konden landen in bepaalde gebieden. De infrastructuur van de getroffen landen liet vaak te wensen over, de landingsbanen waren vaak te klein voor de grote humanitaire vliegtuigen die normaal in dit soort van acties gebruikt worden (Martin, 2005). Vele wegen werden totaal weggespoeld door de regen, wat grondtransport onmogelijk maakte. Dit probleem dachten logistieke hulpdiensten op te lossen door gebruik te maken van helikopters. Deze voorgestelde oplossing rendeerde geregeld niet. Indien de helikopters dan toch plaats hadden om te landen, maakten de getroffen mensen het vaak onmogelijk om te landen. De getroffen personen gingen zich net op deze landingszones manifesteren (Martin, 2005). Hierdoor was het enkel mogelijk om hulpgoederen te droppen vanuit de lucht op de betrokken plaatsen. Dit zijn duidelijke voorbeelden, dat rekening gehouden moet worden met een groot aantal factoren binnen hulpverlening. Planners voor een hulpverlening kunnen immers niet met alle factoren rekening houden.

De natuurramp veroorzaakte meerdere problemen doordat verschillende landen tegelijkertijd getroffen werden door de tsunami, niet elk land werd even zwaar getroffen door deze tsunami. Elk land had zijn eigen specifieke uitdagingen en noden (Martin, 2005). Dit maakte de hulpbieding door internationale organisaties meer complex. Doordat verscheidene internationale organisaties in complexe situaties moesten samenwerken was de rol van communicatie van zeer groot belang. De

communicatie verliep verre van goed genoeg voor een efficiënte hulpverlening. Dit was te zien binnen dit voorbeeld, waar veel verschillende hulporganisaties zeer snel, zeer veel hulpgoederen verstuurd. Hierbij was niet echt sprake van enige communicatie: de hulporganisaties kenden vaak niet de inhoud van de vliegtuigen (Martin, 2005). Daardoor was de organisatie van transport en toewijzing hulpgoederen niet echt mogelijk. Door gebrek aan communicatiemiddelen zal minder mankracht beschikbaar zijn voor operationele hulpverlening. In deze situatie zijn immers meer mensen nodig om berichten door te geven.

De Verenigde Naties organiseerde een conventie kort na het plaatsvinden van de tsunamies in de Indische Oceaan. Hierbinnen werd door bijna alle landen een *Sphere humanitarian charter* getekend (Solari, 2005). Dit charter geeft aan welke eisen, mensen die getroffen zijn aan een natuurramp, mogen stellen als basisrechten. De bedoeling van dit charter is om de hulp te verbeteren voor de getroffen mensen en de verantwoordelijkheid binnen het humanitaire systeem te verbeteren (Solari, 2005).

In het rapport van de Verenigde Naties, van een jaar later (Solari, 2005), werd aangehaald dat de logistieke activiteiten een zeer grote opgave waren om uit te voeren. Omdat gebieden zo afgelegen lagen en zeer moeilijk te bereiken waren, werd de hulp van het leger ingeroepen. Militaire krachten uit 35 verschillende landen speelden een prominente rol binnen de logistieke activiteiten (Solari, 2005). Een minpunt was dat de hulp van humanitaire organisaties en het leger vaak overlappend was. Volgens het rapport lag de oorzaak bij een gebrekkige uitwisseling van informatie tussen de verschillende organisaties. Deze organisaties hadden allemaal verschillende mandaten en structuren. Betere communicatieprocedures en betere coördinatiemechanismen zouden dit moeten verhelpen. Eén van de meest moeilijke uitdagingen voor de Verenigde Naties is om te identificeren welke lokale organisaties binnen de hulpverlening allemaal betrokken zijn, een goede beoordeling van deze verschillende organisaties is nodig (Solari, 2005). Zij zorgen immers voor de eerste, directe hulp, onmiddellijk na een natuurramp. Door de kennis van deze lokale organisaties over het gebied en de vroegtijdige aanwezigheid van deze in het getroffen gebied, vinden de internationale organisaties dat hun responstijden veel efficiënter en effectiever zijn. Door de aanwezigheid van lokale hulporganisaties kan concurrentie ontstaan, vaak willen hulpondernemingen namelijk allemaal wel in het daglicht staan (Solari, 2005). Zo komt immers geld binnen voor deze organisaties, die vaak afhankelijk zijn van donaties.

Deze twee praktijkvoorbeelden geven duidelijk aan, dat zelfs indien een goede voorbereiding aanwezig is op een mogelijke natuurramp, toch vaak een goede werking zeer moeilijk te realiseren is. Eén van de redenen waarom goede, efficiënte rittenplanningen en andere logistieke activiteiten zeer moeilijk te realiseren zijn, is het gebrek aan communicatie en informatiewisseling tussen de verschillende organisaties. Deze verschillende factoren worden behandeld in volgende deelvraag, waar vooraleerst gekeken wordt naar de rol van communicatie binnen deze omstandigheden.





## **HOOFDSTUK 3: LITERATUURSTUDIE**

Binnen dit hoofdstuk worden verschillende factoren onderzocht die een effect kunnen hebben op de organisatie van logistieke activiteiten. Dit hoofdstuk wordt verdeeld in drie deelhoofdstukken. In het eerste deelhoofdstuk wordt de rol van communicatie binnen een goede hulpverlening onderzocht. Hierbij zal de bijdrage worden onderzocht van communicatiestromen voor een effectievere en efficiëntere hulpverlening op een natuurramp. In het tweede deelhoofdstuk wordt de rol van sociale media onderzocht binnen de hulpverlening onmiddellijk na een natuurramp. Bij dit tweede deelhoofdstuk wordt onderzocht hoe met deze sociale media rekening moet gehouden worden in de organisatie van de logistieke planning. Als laatste deelhoofdstuk wordt geanalyseerd welk effect private commerciële ondernemingen realiseren bij de organisatie van logistieke planning in de periode net na een natuurramp. Binnen dit deelhoofdstuk wordt daarbij de rol van de Verenigde Naties verder onderzocht. Deze organisatie wilt steeds meer een centrale rol uitvoeren in de logistieke activiteiten in de periode onmiddellijk na een natuurramp.

### **3.1 Welke rol speelt communicatiestroom binnen een goede respons op een natuurramp? Hoe kan dit bijdragen tot een meer effectieve en meer efficiënte beantwoording op een natuurramp?**

Binnen dit eerste deelhoofdstuk wordt getracht te onderzoeken hoe communicatiestromen het best behandeld worden en welke rol sociale media kunnen spelen in de logistieke activiteiten in de periode net na een natuurramp. Binnen dit deelhoofdstuk wordt eerst een inleiding gegeven om deze communicatiekanalen uit te leggen. Na deze inleiding worden enkele problemen aangehaald, die binnen communicatiekanalen mogelijks voorkomen. Dit om de relevantie van de communicatiestromen aan te geven. Na deze inleiding zal als eerste de methode van *data fusion* worden aangehaald, om zo de informatie doorheen de communicatiekanalen af te stemmen. Hierbij wordt onderzocht of deze methode van *data fusion* ervoor zorgt tot het nemen van betere beslissingen rond rittenplanningen. In een volgend gedeelte zal de VSM-structuur worden onderzocht, die de levensvatbaarheid van een organisatie in zijn omgeving gaat onderzoeken. Deze structuur zal vooral organisaties en de interacties van deze organisaties met de omgeving onderzoeken. Op het einde van dit deelhoofdstuk wordt een korte conclusie getrokken rond de bevindingen uit dit deelhoofdstuk.

#### **3.1.1 Problemen rond communicatiestromen**

Zoals eerder gevonden in verschillende praktijkproblemen is de rol van communicatie van groot belang. Het onderzoek van Dawes, Creswell en Cahan (2004) haalt rond deze rol een goed voorbeeld aan van net na de aanslagen van 9/11. Net na deze ramp werden dezelfde vragen door meerdere organisaties gesteld aan de families van slachtoffers, dit soort problemen had vermeden kunnen worden door de aanwezigheid van een betere communicatie en informatiedeling tussen de

verschillende hulporganisaties onderling (Dawes et al., 2004). Hulpverleners schenken hun aandacht het best aan twee types van activiteiten rond communicatie (Lee, Bharosa, Yang, Janssen en Rao, 2011). Als eerste activiteit worden de belangrijkste verantwoordelijkheden voor de eigen hulporganisatie vervuld. Als tweede rol zal gekeken worden naar de uitvoering van activiteiten om de samenwerking met andere organisaties te ondersteunen en te coördineren. Indien de communicatie niet goed verloopt, komen verschillende problemen naar boven en zal de logistieke hulpverlening niet idealiter verlopen. Comfort (1996) haalt aan dat een goede beantwoording en verwerking van informatie levensnoodzakelijk is, voor zowel hulporganisaties, slachtoffers als individuele hulpverleners. Het onderzoek van Preece, Shaw en Hayashi (2014) beaamt deze bovenstaande stelling door het volgende te stellen: een goede communicatie wordt gezien als een effectief hulpmiddel om een goede coördinatie te bekomen. Maar door een slechte training, tools en strategieën zijn hulpverleners vaak onvoldoende voorbereid om gebruiksvolle kennis te produceren vanuit de informatiestroom en gegevens (Preece et al., 2014).

Het belangrijke punt dat communicatie goed moet verlopen, kan gelinkt worden aan het plannen van ritten in de periode net na een disaster. Als voldoende, correcte informatie beschikbaar is, kunnen ritten worden gepland op een correcte manier. Communicatie zal echter vaak falen door een aantal redenen.

Een eerste reden die het onderzoek van Preece et al. (2014) aanhaalt is dat irrelevante structuren en hiërarchische relaties tussen organisaties bestaan. Dit zorgt ervoor dat niet de juiste personen informatie ontvangen of zelfs geen weet hebben van mogelijke beschikbare informatie. Dit komt geregeld voor in een omgeving van natuurrampen (Comfort en Kapucu, 2006). Een hiërarchische relatie staat voor een verticale communicatie. Onder verticale communicatie verstaan de verschillende literatuurwerken communicatie overheen verschillende functies. Het kan zijn dat slachtoffers, door te weinig informatie, niet weten in deze situaties van hoge onzekerheid wat ze moeten doen. Een oplossing voor deze slechte communicatie, is door minder te werken met hiërarchische niveaus maar eerder te kijken naar de relaties tussen de verschillende VSM-structuren (Preece et al, 2014). Deze problemen van verticale communicatie kwamen voor in de praktijk in het voorbeeld van New Orleans. Deze problemen werden ook al kort besproken in hoofdstuk twee.

Bij een horizontale communicatie wordt gezien dat verschillende problemen kunnen voorkomen, omdat organisaties en elementen langs elkaar werken. De verschillende hulporganisaties zien dan niet de voordelen in om onderling beschikbare informatie te delen (Preece et al., 2014). Het onderzoek van Lee et al. (2011) beaamt dit probleem van horizontale communicatie, omdat hulporganisaties vaak langs elkaar zullen werken zonder dat ze enig idee hebben wat ieder afzonderlijk bezig is. Zhang, Zhou en Nunamaker (2002) geeft ditzelfde probleem aan, hierbij vermeldend dat dit niet uitzonderlijk is. Het probleem kan worden opgelost door alle beschikbare informatie die *responders* ontvangen te verzamelen op een centrale plaats en centraal te behandelen en verwerken.

Een derde probleem dat wordt teruggevonden rond communicatie na een disaster, is dat de bandbreedte vaak niet voldoende groot is voor het aantal telefoonoproepen die *emergency centers*

kunnen verwerken in de periode vlak na een ramp. Onder deze breedte kunnen telefoonoperatoren te weinig telefoons of te weinig informatie beantwoorden of verwerken (Preece et al., 2014)

Het onderzoek van Lee et al. (2011) geeft verder nog enkele verschillende problemen rond communicatiestromen weer. Deze problemen komen vooral voor als de eerste hulpverleners in het getroffen gebied beginnen te werken. Volgens Lee et al. (2011) wordt in de periode net na het uitvoeren van de eerste hulpactiviteiten amper aandacht besteed aan het geven van feedback over wat precies gaande is in het getroffen gebied. Dit geeft aan dat deze eerste hulpverleners zo bezig waren met hun primaire activiteiten dat ze vergaten informatie te delen met de rest. Het is noodzakelijk voor de mensen die werken in de opgezette coördinerende centra om feedback te krijgen, want deze zijn veraf gelegen van het getroffen gebied (Lee et al., 2011). Volgens Lee et al. (2011) kan zelfs het kleinste stukje van informatie dat ontvangen wordt, van ieder mogelijk kanaal, van nut zijn om een hogere waarde van situationeel bewustzijn te genereren. Het onderzoek van Zhang et al. (2002) beaamt de belangrijkheid van situationele bewustzijn, een verhoging van situationeel bewustzijn zorgt voor een meer effectieve beslissingsmaking in een dynamische omgeving. Yates en Paquette (2011) haalt aan dat de zogenaamde *first responders* intensief werk moeten verrichten, waardoor het geven van feedback minder aandacht verkrijgt. Het onderzoek geeft daarbij aan dat het waarschijnlijk handig is om feedback en communicatie eerder te automatiseren. Dit kan volgens het onderzoek van Yates en Paquette (2011) bijvoorbeeld gaan rond het installeren van helmcamera's om visuele beelden naar de zogenaamde controllers (logistieke rittenplanners) van de centra te brengen. Dit is een voorbeeld van hoe een evolutie in technologie hulp kan bieden in tijden van nood. Hierbij moet volgens Yates en Paquette (2011) wel worden opgelet, dat deze nieuwe technologieën de rittenplanners niet teveel informatie bezorgt.

Hierboven werden verschillende problemen aangehaald rond communicatiekanalen, zoals verticale of horizontale communicatiestromen. Een derde probleem dat aangehaald werd is dat overvloedige informatie verkregen zal worden door de zogenaamde *emergency centers*. Door deze drie problemen kan de kwaliteit van beslissingen verlaagd worden.

### **3.1.2 Data Fusion**

Het onderzoek van Scott en Rogova (2004) vermeldt dat door de nieuwe technologieën binnen communicatiemiddelen, de huidige grenzen of barrières verdwijnen. Dit fenomeen werd reeds kort hierboven aangehaald door het gebruik van helmcamera's binnen het getroffen gebied. Dankzij deze nieuwe technologische evoluties is meer informatie beschikbaar voor de hulpmedewerkers. Volgens Scott en Rogova (2004) zal deze stijging in hoeveelheid informatie zorgen voor een toepassing van meer complexe en meer toepasselijke disaster responsstrategieën. Een snelle, goede inspectie van deze nieuwe informatie levert een groot voordeel op net nadat een disaster heeft plaatsgevonden. Zo kan bijvoorbeeld accurate informatie over schade binnen het gebied, slachtoffers en evaluatie van bronnen zeer nuttig zijn voor directe hulpverleners. Om deze grote hoeveelheid van informatie te kunnen analyseren, kan een methode genaamd *data fusion* gebruikt worden (Scott en Rogova, 2004).

Het onderzoek van Castanedo (2013) haalt de meest toegepaste definitie aan voor het gebruik van *data fusion* bij informatiekkanalen:

“A multi-level process dealing with the association, correlation, combination of data and information from single and multiple sources to achieve refined position, identify estimates and complete and timely assessments of situations, threats and their significance.” (p.2)

In het onderzoek van Jotshi, Gong en Batta (2009) wordt een situatie aangehaald waar deze *data fusion* het best gebruikt kan worden:

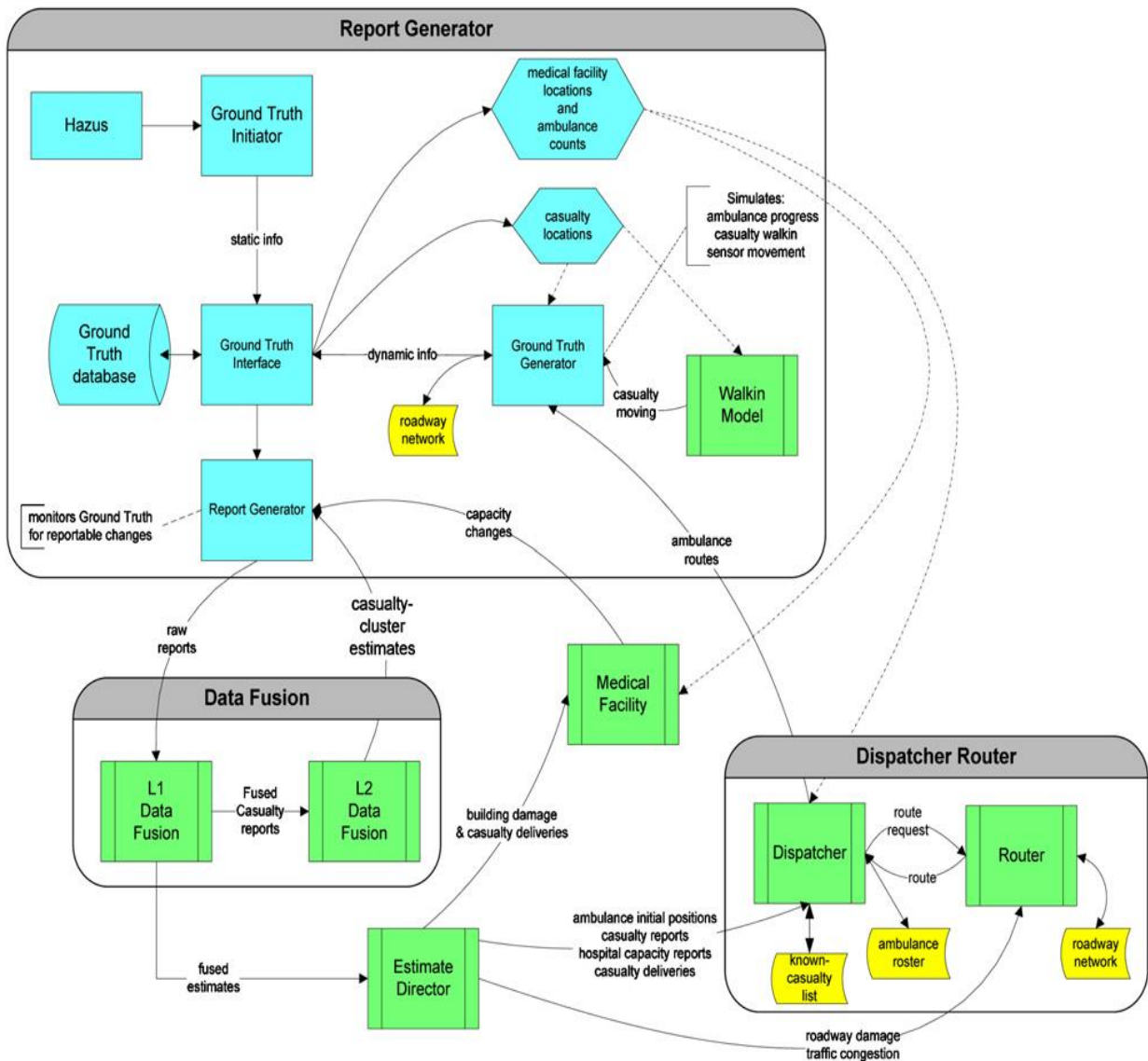
“A typical situation is one in which information flowing from multiple sources has a highly variabele character. It is then necessary to align the incoming data, and assess the situation and quickly so that proper action can be taken in a timely fashion.” (p.2)

Deze bovenstaande beschrijving van de methode is zeer toepasselijk op de situaties net na het voorkomen van een natuurramp.

Het *data fusion* model aangehaald door Jotshi et al. (2009) wordt in de onderstaande figuur 1 teruggevonden. Binnen dit model worden drie grote categorieën teruggevonden. De eerste zogenaamde module is deze van het genereren van rapporten. Binnen dit gedeelte wordt steeds de waarheid van de rapporten onderzocht. Hierbinnen is een analyse van het aantal ambulanciers en de locaties van de slachtoffers ook van belang. Deze rapporten gaan doorheen het *data fusion* gedeelte, waardoor deze rapporten eigenlijk als het ware gefilterd worden en schattingen van de verschillende parameters gemaakt kunnen worden. Deze rapporten kunnen gebruikt worden door de *dispatcher* en de router voor het uitvoeren van hun activiteiten.

### **3.1.2.1 Rapport generator: informatieverzameling**

Het proces van de *data fusion* methode zal nu verder in detail worden besproken. Als eerste categorie wordt hier de generatie van rapporten aangehaald. Scott en Rogova (2004) halen aan dat *responders* via zogenaamde centra alle informatie verzamelen. Binnen het specifieke onderzoek van Jotshi et al. (2009) noemen de onderzoekers deze centra: *Emergency operations center* (EOC). Informatie wordt verkregen via verschillende informatiebronnen, zoals politie, burgers, rapporten, camera's en telefoongesprekken (Jotshi et al., 2009). Een verdere beschrijving van deze rapporten wordt teruggevonden in Scott en Rogova (2004). De onderzoekers halen aan dat deze informatierapporten opgedeeld kunnen worden in meerdere soorten rapporten, zoals slachtofferrapporten of structurele schaderapporten. Een voorbeeld van een slachtofferrapport is bijvoorbeeld dat als een ambulancier ter plaatse een slachtoffer zal oppikken. Deze ambulancier kan zeer duidelijke en correcte informatie doorgeven van de betrokken situatie ter plaatse, omdat hij dit met zijn eigen ogen heeft waargenomen.



Figuur 1: independent modules in CMIF simulation model. (Jotshi et al.2009)

Toch moet worden ingezien dat niet zomaar aangenomen mag worden dat verkregen informatie altijd volledig correct is. Alle informatie zal kritisch onderzocht moeten worden om hieromtrent een evaluatie rond de waarheid van verkregen informatie te maken. Deze *data fusion* methode is een zogenaamd continu proces, met continue aanpassingen van schattingen en bepalingen van parameters die een effect hebben op de beslissingen binnen het model. Dit laatste stemt in met de hierboven beschrijving van de methode, waar gesproken wordt over een zekere variabiliteit binnen het model (Jotshi et al., 2009). Continue aanpassingen worden onderzocht via het ontvangen van steeds nieuwere en recentere informatierapporten. Hiervan worden zogenaamde updates gemaakt, zodat steeds de meest recente versie van informatie beschikbaar is voor de *router* en de *dispatcher* (Jotshi et al., 2009). Per periode zal gekeken worden naar zowel de huidige strategie als de nieuwe informatie. Nieuwe evaluaties van de beschikbare informatie en de huidige beslissingen zijn per periode steeds noodzakelijk. Na de evaluaties moet gekeken worden of een aanpassing van de strategie noodzakelijk is om efficiënte of effectieve beslissingen rond de uitvoering van de ritten te behouden. Het onderzoek van Preece, Shaw en Hayashi (2012) vermeldt dat de capaciteit van de informatiecentra in rekening moet worden gebracht. Het kan namelijk zijn dat bepaalde centra

teveel informatie ineens ontvangen. Hierdoor zal de efficiëntie zeker lager worden, waardoor de beslissingen op zich laten wachten of van mindere kwaliteit zijn. De onderzoekers halen aan dat dit vooral voorkomt als deze centra informatie vanuit verschillende gebieden moeten verwerken.

Binnen het besproken model, rond communicatie en werking tussen verschillende entiteiten, aangehaald in Jotshi et al. (2009) wordt informatie gehaald vanuit drie parameters uit dit *data fusion* model. Als eerste parameter zal informatie worden gehaald over de locaties van de doden en gewonden. Zo wordt een goed beeld gevormd over de hoeveelheid van slachtoffers en de ernst van de slachtoffers binnen de getroffen gebieden. Een tweede informatieparameter die bekeken zal worden, betreft informatie rond de toegankelijkheid van de transportgebieden (door blokkades of beschadiging van de wegen). Deze parameter is bij het plannen en uitvoeren van de routes essentieel. Dit kan duidelijk gelinkt worden aan het routing en dispatching gedeelte. Een laatste parameter die onderzocht wordt, is de status van kritieke faciliteiten (logistieke depots kunnen hieronder vallen). De onderzoekers willen zo te weten komen of deze faciliteiten bruikbaar zijn voor het uitvoeren van transport.

### **3.1.2.2 Datafusion**

Binnen het onderzoek van Jotshi et al. (2009) wordt een robuuste methodologie besproken voor dispatching en routing van hulpvoertuigen net na een natuurramp met de hulp van *data fusion*. Binnen deze soort van situatie zal *data fusion* worden gebruikt om schattingen te maken van verschillende entiteiten of parameters. Het is bijvoorbeeld mogelijk om deze verkregen informatie te linken aan iedere patiënt qua locatie en graad van letsel. De onderzoekers bepalen dat net na een ramp sprake is van een hoge *discovery-rate* van slachtoffers. Deze slachtoffers zijn een bron van een grote hoeveelheid informatie die verkregen wordt net na het plaatsvinden van een natuurramp (Jotshi et al., 2009). Deze komen volgens dit wetenschappelijk onderzoek terecht in een wachtrij voor een dienst of zogenaamde *service* van een *emergency vehicle* (EV) (Jotshi et al., 2009). Dit geeft automatisch aan dat nood is aan een efficiënte dispatching en routestrategie, waarbij de logistieke planners zeer snel moeten handelen en beslissen, zodat de hulpvoertuigen niet te lang in de wachtrij moeten staan. Het gedeelte van *data fusion* zorgt, zoals afgeleid kan worden uit bovenstaande figuur 1, voor het maken van schattingen en het maken van rapporten rond ziekenhuiscapaciteit en rapporten van slachtoffers.

### **3.1.2.3 dispatching en routing**

De auteurs van Jotshi et al. (2009) kijken naar een opdeling in dispatching en routing. Bij het dispatching gedeelte worden de beslissingen genomen rond welk *emergency vehicles* (EV) naar welke cluster (getroffen gebied) gezonden moet worden, in de praktijk betekent dit bijvoorbeeld dat beslissingen genomen moeten worden rond welk slachtoffer naar welk ziekenhuis gezonden wordt. De *dispatcher* zal als eerste informatie moeten omzetten naar waardevolle gegevens, zoals bijvoorbeeld in welke cluster de meeste slachtoffers zich bevinden, of welke slachtoffers het meest kritiek zijn. Een cluster wordt vaak extra opgedeeld in verschillende sub-cellen: het is immers niet mogelijk om iedereen binnen een cluster meteen te bedienen. In het wetenschappelijk onderzoek

van Jotshi et al. (2009) wordt eerst een kans bepaald per type van verwonding bij slachtoffers. Verwondingen aangeduid met een hogere kans komen natuurlijk meer voor. De *dispatcher* zal informatie halen voor het nemen van beslissingen uit een lijst van gekende slachtoffers en een lijst van beschikbare ambulanciers (Jotshi et al., 2009). Dit wordt teruggevonden in de module rechtsonder in figuur 1 van hierboven.

De beslissing voor de router is om naar een pad of weg te zoeken om de dienst of route uit te voeren. Het is noodzakelijk om enkele back-up routes te voorzien, indien sprake zou zijn dat één van de primaire routes niet beschikbaar of toegankelijk is (Jotshi et al., 2009). De personen die instaan voor het router gedeelte verzamelen informatie over de toegankelijkheid van de infrastructuur, voor het plannen van de verschillende beschikbare *emergency vehicles (EV)*. Voor het router gedeelte wordt de staat van de wegen en het gehele netwerk geanalyseerd. Hierbij wordt gekeken naar de kans dat de informatie juist is. Hierbij kunnen beslissingsnemers kijken naar de grote van schade, en hierbij aansluitend naar de extra tijd die nodig is om deze beschadigde weg over te steken (Jotshi et al., 2009). Dit laatste levert meer realiteit op, want beschadiging van de wegen zal leiden tot een verlaging van de snelheid van de verschillende hulpvoertuigen. Het probleem van files is een belangrijke parameter voor het bepalen van de staat van het netwerk, deze zal een invloed hebben op de reistijd van de *emergency vehicles*. Deze files in de getroffen gebieden kunnen voorkomen door voornamelijk drie situaties. De eerste situatie is deze van een te grote bezetting van een link/weg, dit kan doordat een andere link beschadigd is. Een tweede reden voor congestie kan zijn dat verkeer van een andere regio's omgeleid moet worden naar een andere link. Een laatste reden voor congestie is deze door schade aan de eigenlijke link met een normaal volume van verkeer. Om deze redenen zal de logistieke planning van ritten moeten aangepast worden om deze efficiënt te laten verlopen. Voor het bepalen van clusters, in gedachte van de router, in het getroffen gebieden worden drie verschillende elementen onderzocht. Het eerste element is deze van het aantal slachtoffers en het type van verwondingen. Als tweede element kijkt het onderzoek van Jotshi et al. (2009) naar nabije cellen, om zo snel mogelijk mensen met verwondingen op te pikken. Als derde element wordt de afstand tussen een EV en de cel berekend. Dit kan gelinkt worden aan het plannen van ritten, waar vaak een soort van depot als basis zal dienen en ritten gepland worden van deze depots naar de verschillende clusters.

Een voordeel van dit *data fusion* model is dat dit model deze realistische gegevens zal genereren, terwijl het model zowel rekening houdt met informatie als disinformatie onmiddellijk na een *disaster* (Jotshi et al., 2009).

### **3.1.3 VSM methode**

Als volgende methode bespreken de onderzoekers Preece et al. (2014) de VS-model (Viable System Model). Deze methode zal ervoor zorgen dat de identiteit van een organisatie bewaard blijft, als interactie met verschillende organisaties aanwezig is binnen een gemeenschappelijk omgeving. Dit geeft meteen aan waarom Preece et al. (2014) deze methode gebruikt. Binnen het onderzoek trachten de onderzoekers deze methode te gebruiken om te zien of snel begrepen en geantwoord kan worden op een dynamische en complexe situatie. De methode wordt bijvoorbeeld

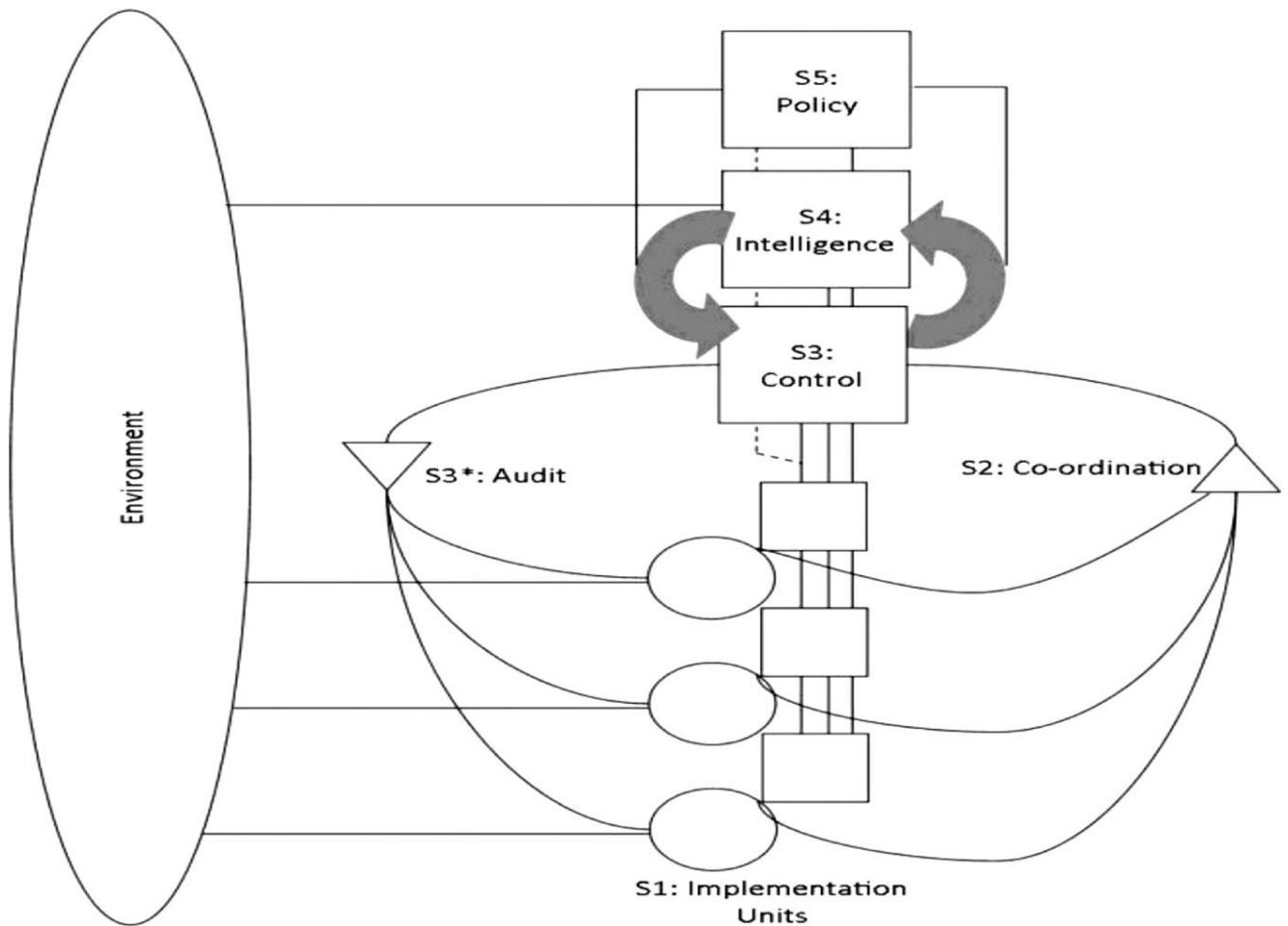


teruggevonden in de onderzoeken van Preece et al. (2012) en Preece et al. (2014). Een definitie van een VSM-methode wordt teruggevonden in het onderzoek van Puche, Ponte, Costas, Pino en La Fuente (2015):

“VSM defines the systemic structure of the supply chain and orchestrates the collaboration.”  
(P.1)

Beide onderzoeken halen 5 functies aan binnen deze VSM-methode, die nodig zijn om de VSM-structuur te bevatten en als betrouwbaar gezien te worden. Deze zijn implementatie, coördinatie, controle, intelligentie en beleid. Maar voor de onderzoeker aan deze 5 stappen kan beginnen moet de identificatie van het systeem bepaald worden. Omdat hier gekeken moet worden naar een VSM-systeem in context van een periode na een disaster, wordt de doelstelling als volgend gezet. Het is een systeem dat moet beantwoorden aan een disaster situatie door het ondersteunen van slachtoffers en de impact reduceren binnen het getroffen gebied (Preece et al., 2014). Omdat gekeken moet worden naar de reactie van verschillende organisaties, zal gekeken moeten worden naar een multi-agency response systeem. Dit staat voor een omgeving waar meerdere organisaties onderling zullen reageren. Nu worden achtereenvolgens de vijf stappen van de VSM-methode besproken. Al deze fasen of stappen worden ook teruggevonden in onderstaande afbeelding.

De VSM-methode is een zogenaamde tool om de levensvatbaarheid van een organisatie of bedrijf te doorgronden, dit door de hierboven vijf punten te bespreken als hulporganisatie (Preece et al., 2014). Een VSM proces zal als eerste de grenzen, doel en context van het systeem aangeven. Als tweede zal het VSM-systeem voor iedere functie aangeven wie en hoe het activiteiten zal uitvoeren. Hierbij kunnen linken worden gelegd naar andere functies. Een derde rol binnen het VSM proces is deze van het modelleren van de functies doorheen het VSM-diagram (Flood en Jackson, 1991). Een diagnose stellen over de communicatiekanalen, processen en controles, hierbij kijkend naar of deze effectief of gebrekkig zijn (Flood en Jackson, 1991). Dit allemaal komt uit het bedrijfsleven, dit kan automatisch gelinkt worden aan de omgeving net na een natuurramp, zoals gedaan wordt in het onderzoek van Preece et al. (2014). Een visuele voorstelling van de VSM-methode kan worden teruggevonden in onderstaande figuur 2. In deze figuur worden ook de vijf fasen die hieronder besproken worden teruggevonden.



**Figuur 2: VSM-methode (Preece et al., 2014)**

Als eerste wordt de implementatiefase onderzocht waaronder de detaillering van de omgeving, de activiteiten en het lokale management verstaan worden. Omgeving geeft aan welke regio getroffen wordt door een disaster. Activiteiten worden binnen het onderzoek van Preece et al. (2014) gezien als de personen die reageren om de personen in nood te helpen. Dit zijn bijvoorbeeld de politie, brandweermannen, ... . Het lokale management zijn de personen in de verschillende centra die instaan voor het management van deze hulpverleners, die gezien werden onder activiteiten.

Voor de fase van coördinatie zullen hulpverleners moeten kijken naar het in een lijst zetten van mogelijk hulpbronnen, die nuttig zijn in tijden van hulpverleningsactiviteiten, en kijken naar mogelijke conflicten tussen deze. De belangrijkste bron voor coördinatie is deze van informatie. In veel cases wordt gezien dat te weinig informatie effectief beschikbaar is, dit zorgt ervoor dat geen goede samenwerking tussen de verschillende hulpverleners te realiseren is. Die reden hiervoor is dat geen sprake is van een deling in informatie tussen de verschillende organisaties. Een andere is dat veel informatie dubbel verzameld wordt. Een zeker risico is dat de eerste helpers informatie foutief interpreteren (Preece et al., 2014).

Binnen het onderzoek van Preece et al. (2014) wordt onder controle het proces van macht onderzocht, het alloceren van bronnen en het auditen van prestaties. Het onderzoek bepaalt dat

vaak de lokale overheid de controle over de verschillende hulpgoederen bezit. Deze controle zal vaak worden uitgevoerd vanuit specifieke, opgerichte centra in de periode net na een natuurramp. Voor controle wordt een voorbeeld aangehaald binnen de case van dit onderzoek. Op dit moment was geen water beschikbaar door schade aan de pijpen, de brandweer had hierdoor geen water tot zijn beschikking. Dit omdat de brandweer geen controle had over de andere waterbronnen (Preece et al., 2014). Binnen dit voorbeeld is geen sprake van een fout in de communicatiestromen, maar wel een fout in de controle, omdat een fout aanwezig was in de hulpbronnen. Controle zal immers de verantwoordelijkheid hebben over de allocatie rond de hulpgoederen die nodig zijn om hulp te kunnen bieden aan de mensen.

Een voorlaatste punt dat besproken wordt binnen de VSM-structuur is deze van intelligentie. Hieronder wordt onderzocht, hoe goed het systeem zich aanpast aan zijn omgeving (Preece et al., 2014). Dit is een zeer belangrijk punt omdat gebieden die getroffen worden door een natuurramp in een veranderende omgeving liggen. Een laatste fase dat bekeken wordt binnen het onderzoek van Preece et al. (2014) rond deze VSM-structuur is deze van beleid, dit geeft het algemeen beleid aan rond het systeem en zal de identiteit bepalen rond verschillende elementen binnen het systeem of zoals eerder aangehaald de omgeving.

Deze methode is dus een hulpmiddel om de gehele werking van de hulpverlening te beoordelen, waar rekening wordt gehouden met verschillende elementen die een zekere rol kunnen hebben.

### **3.1.4 Conclusie**

Deze wetenschappelijke onderzoeken geven de belangrijke rol weer van communicatie bij het uitvoeren van de logistieke activiteiten na een disaster. Communicatie kan als zeer belangrijk worden beschouwd bij het realiseren van efficiënte rittenplanningen. De VSM methode kan volgens de onderzoeken van Preece et al. (2012), Preece et al. (2014) en Achterbergh en Vriens (2002) zorgen voor een geïntegreerd informatiesysteem overheen verschillende hulporganisaties. De aangehaalde VSM-structuur geeft aan dat je rekening moet houden met verschillende elementen gelinkt naar de betrokken hulporganisaties en de betrokken hulpgebieden. Zoals het onderzoek van Dawes (1996) vroeger reeds bepaalde, zal een goede informatiestroom en communicatie ervoor zorgt dat de complexiteit gereduceerd wordt. Zij halen hierbij aan dat organisaties altijd naar hun eigen zullen kijken en later pas naar een samenwerking met andere organisaties. Mosher (1982) en Wilensky (1967) gaven aan dat het delen van informatie en het hebben van een goede communicatie essentieel is, voor het realiseren van waardevolle, professionele relaties. De methode van *data fusion* heeft volgens het onderzoek van Jotshi et al. (2009) een positief effect heeft op de realiteit van de modellen binnen rittenplanning. Daarbij meldend dat deze methode een positief effect heeft op de werking van hulpverleningsactiviteiten in de periode vlak na een natuurramp.

### **3.2 Welke rol heeft de informatie die logistieke planners uit sociale media en open software kunnen halen op de respons net na een natuurramp?**

De vorige deelvraag rond communicatie kan zeer duidelijk gelinkt worden aan deze deelvraag rond de rol van sociale media. Sociale media kunnen immers een grote bron van informatie zijn voor de verscheidene hulpactiviteiten. Binnen het onderzoek van Haruechaiyasak, Kongthon, Kongyoung, & Pailai (2014) werden enkele voorbeelden aangehaald waar sociale media een belangrijke rol speelden, zoals bijvoorbeeld in recentelijke bosbranden, orkanen, aardbevingen en tsunami's. De bovenstaande methode van *data fusion* zal een grote rol spelen bij de verwerking van de grote hoeveelheid informatie die gehaald wordt uit sociale media en de communicatie van deze informatie naar de *router* en *dispatcher*. Via deze methode kan de kwaliteit van de gegeven informatie gewaarborgd worden. Binnen dit deelhoofdstuk zal als eerste algemeen onderzocht worden welke rollen sociale media spelen in de periode vlak na een natuurramp. Hierbij zal onderzocht worden of deze rol zal vergroot worden, omdat namelijk binnen deze technologieën een zekere evolutie te bemerken valt. Verschillende wetenschappelijke onderzoeken worden aangehaald binnen dit deelhoofdstuk rond de verschillende rollen van sociale media. Binnen een tweede gedeelte van dit deelhoofdstuk zullen zogenaamde *Free and open source software systems*, ofwel kortweg FOSS genoemd, worden besproken. Dit zijn systemen waar mensen uit een zogenaamde gemeenschap systemen opbouwen en aanpassen aan de noden van de gemeenschap.

De belangrijke rollen die sociale media kunnen spelen worden bij het onderzoek van Cheng, Mitomo, Otsuka en Jeon (2015) aangehaald. Om dit te verduidelijken wordt een voorbeeld aangehaald van net na de aardbeving in Japan. Binnen deze case speelden sociale media (zoals bijvoorbeeld Facebook en Twitter) een belangrijke rol. Deze sociale media gingen het klassieke telefoonnetwerk eigenlijk vervangen. Het klassieke telefoonnetwerk functioneerde niet door overbelasting en schade aan het netwerk, en de sociale media zorgden voor het enige werkende communicatieplatform. Deze vorm van nieuwe technologieën zullen de communicatie en de samenwerking vergemakkelijken, met deze voordelen zullen de beperkingen rond tijd en infrastructuur worden geminimaliseerd (Teigland en Wasko, 2000). De snelheid van het brengen van nieuws is veel hoger ten opzichte van de normale mediakanalen (Li en Rao, 2010; Oh, Kwon & Rao, 2010; Oh, Agrawal en Rao, 2013). Het onderzoek van Lindsay (2010) stelde dat sociale media in 2010 de vierde meest populaire informatiebron rond natuurrampen was. Binnen het onderzoek van Afzalan, Evans-Cowley en Barijough (2015) worden enkele casestudies aangehaald, waarbinnen gezien wordt dat hulpdiensten zeker gebruik maken van sociale media voor het organiseren van de verschillende hulpacties. Het sociale medium van facebook zorgt ervoor dat hulpverleners gemakkelijk correcte informatie vinden (Afzalan et al., 2015).

Het onderzoek van Yates en Paquette (2011) haalt aan dat toch een zekere sprake is van een stijgende trend in aandacht naar het domein van sociale media binnen *disaster management* in tijden van nood. Het onderzoek haalt hierbij meteen aan dat sociale media een belangrijke rol spelen binnen dit onderzoeksgebied. Het onderzoek van Shklovski, Palen en Sutton (2008) haalt aan dat hulpverleners, zoals bijvoorbeeld medische mensen of militairen, inzien dat sociale media

een steeds belangrijker rol spelen. Voor de rollen van sociale media besproken worden, kan bijvoorbeeld eerst en vooral de vier grote doelstellingen van twitter (en andere sociale media) aangehaald worden, in de periode net na een natuurramp. Als eerste doelstelling kwamen de situationele berichtgevingen en waarschuwingen naar voren. Een tweede element ging over de ondersteuning van berichtgevingen. Als volgende element wilden de mensen voornamelijk informatie via twitter bekomen. Als laatste doelstelling probeerden mensen gebruik te maken van twitter om hulp te bekomen. Natuurlijk zijn veel equivalente varianten van twitter, binnen deze sociale wereld is namelijk sprake van een groei in het aantal en de belangrijkheid van sociale media. Yates en Paquette (2011) haalt aan dat de rol van sociale media binnen de maatschappij en bij natuurrampen alleen maar gaat stijgen. Nu worden de verschillende rollen van sociale media besproken vlak na het plaatsvinden van een natuurramp.

### **3.2.1 De verschillende rollen van sociale media**

In de periode vlak na het voorkomen van een natuurramp is sprake van groot risico en hoge onzekerheid. In deze perioden moeten hulporganisaties en overheden een evenwicht vinden tussen de informatie dat verstrekt wordt en het veroorzaken van paniek en in sommige gevallen rekening houdend met de eigen reputatie (Li, 2012). Nieuwsmedia hebben een belangrijke rol in communicatie van risico, niet enkel bij het verspreiden van informatie, maar tegelijkertijd het onder de aandacht brengen van enkele dringende problemen (Li, 2012). Dit beaamt het onderzoek van Wiederhold (2013), die stelde dat overlevenden van deze natuurlijke rampen goede assistentie bieden door het geven van informatie. Informatie vanuit sociale media kan hierbij een geruststellende rol aannemen bij de familie van de slachtoffers bijvoorbeeld, omdat deze meer specifiek is. Informatie van overheden of internationale hulporganisatie heeft vaak meer een geruststellend effect, omdat de informatie van deze type organisaties meer een vertrouwelijke perceptie hebben onder de slachtoffers. Het onderzoek van Li (2012) haalt wel aan dat deze organisaties, zoals overheden of de grotere hulporganisaties, vaak informatie niet meteen publiekelijk openbaar maken om zo niet te zorgen voor een onnodige paniek binnen het getroffen gebied. Currie (2009) geeft aansluitend een extra rol weer van sociale media, namelijk dat deze media zeer kritieke informatie versturen naar een groot aantal mensen.

Het onderzoek van Lowrey (2004) sluit hierbij aan, dat sociale media een steeds grotere rol gaan spelen tijdens deze perioden van hoger onzekerheid, omdat deze een duidelijker en eerlijker beeld geven in de perceptie van de mensen. Sociale media zijn niet enkel een medium voor het delen van informatie, maar het kan daarbuiten gebruikt worden voor het opbouwen van relaties, informatieverstrekking aan bewoners of aandacht geven aan het publieke bewustzijn. Dit zijn weer enkele voorbeelden van rollen die sociale media kunnen spelen in de periode net na een natuurramp.

Het onderzoek van Imran, Castillo, Diaz en Vieweg (2015) vermeldt dat tijdens deze situaties sprake is van vele vragen, onzekerheid en de nood om snelle beslissingen te nemen. Vroeger was tijdens deze situaties niet echt sprake van veel en snelle beschikbare informatie. Sociale media kan zijn rol hierbij spelen, vooral omdat sociale media het situationele bewustzijn onder de mensen

verhoogt (Vieweg, 2012). Het onderzoek van Imran et al. (2015) haalt aan dat deze informatie vanuit sociale media stakeholders ten zeerste kan helpen in deze tijden van crisis en mogelijk het redden van mensenlevens. Een voorbeeld van de rol van sociale media wordt teruggevonden binnen het onderzoek van Imran et al. (2015) die verscheidene taken aanhaalt van sociale media. Sociale media kan gebruikt worden voor communicatie, vragen stellen, verzamelen en verspreiden van informatie en organiseren van hulpacties. Om de belangrijkheid van sociale media aan te halen vermeldt het onderzoek van Imran et al. (2015) een voorbeeld rond het Rode Kruis, deze zagen het nut van de sociale media in en speelde hier op in. Zij opende het *Social Media Digital Operations Center for Humanitarian Relief*, de doelstelling van dit orgaan is om informatie van het getroffen gebied te verzamelen om zo de slachtoffers beter te kunnen helpen. Deze betere informatie kan ervoor zorgen dat publieke noden meer duidelijk zijn, zoals nood aan voedsel, water, onderdak en misschien zelf emotionele ondersteuning.

Een eerste rol van sociale media is dat het kan dienen als doorgeefluik van informatie. Door de groei in het gebruik van smartphones en het internet, bestaat een grotere mogelijkheid dat organisaties een beleid uitvoeren die de stroom van informatie sneller en meer efficiënt verbeteren (Wiederhold, 2013). Een voorbeeld binnen het onderzoek van private bedrijven, die vaak gebruikt worden na een natuurramp, is twitter. Het gebruik van twitter ging zelfs tijdens een Japanse aardbeving rond 20 000 tweets (berichten) per seconde. Hierdoor is het meteen duidelijk dat sociale media een enorme bron van informatie zijn. Sociale media kunnen daarbij dienen als een waarschuwingssysteem voor de getroffen mensen, hierdoor kunnen *first responders* en talloze hulporganisaties het aantal slachtoffers en de schade reduceren. Overheden en organisaties maken steeds meer gebruik van sociale media, zoals bijvoorbeeld twitter om informatie te verspreiden onder de getroffenen, naast van getroffenen en alle gebruikers van sociale media (Wiederhold, 2013). De overheid kan bijvoorbeeld informatie versturen rond *emergency management*, terwijl hulporganisaties informatie versturen rond beschikbaarheid onderdak. De lokale bevolking speelt echter een belangrijke rol bij het verspreiden van informatie rond de ernst van de lokale situatie, zoals het verspreiden van video's die iedereen in de wereld kan zien (Wallop, 2011). Om risico ten volle te bepalen zal voldoende informatie vanuit sociale media moeten komen. Op deze informatie zal controle aanwezig moeten zijn vanuit overheid, nieuwsmedia en vanuit publieke uiteinden om zo complete informatie te bekomen. Het delen van berichten wordt gezien als een pluspunt voor kwaliteit van deze berichten. Door het delen van berichten is een versnelling van de verspreiding van berichten op te merken (Wiederhold, 2013). Kijkend naar de kwaliteit van de berichten, wordt gezien dat de kwaliteit van de berichten hoger ligt als sprake is dat de overheid de berichten heeft gedeeld. Het onderzoek van Haruechaiyasak et al. (2014) sluit aan bij de rol van doorgeefluik van sociale media, die voornamelijk private bedrijven zijn, steeds groter zal worden tijdens de nasleep van een *disaster*. Dit komt doordat nieuwe technologieën ervoor zorgen dat meer inhoud gegenereerd en gedeeld kan worden. Sociale media zal een beter platform aanbieden voor het delen van informatie ten opzichte van bijvoorbeeld een decennium geleden (Haruechaiyasak et al., 2014). Enkele sociale media worden echter vaker gebruikt voor het volgen van het nieuws ten opzichte van andere sociale media. Het voordeel van twitter, wat zeer vaak gebruikt zal worden om het nieuws te volgen, is dat vaak via een smartphone nieuwe tweets de wereld worden ingestuurd (Haruechaiyasak et al., 2014). Het is een ideaal platform om te werken vanop de locatie waar de

gebeurtenis net heeft plaatsgevonden. Sociale media heeft volgens het wetenschappelijk onderzoek van Yates en Partidge (2014) een extra rol van *welbeing*, hiermee bedoelen de auteurs dat sociale media gebruikt kunnen worden om te verklaren dat je veilig bent aan je naasten. Dit kan duidelijk gelinkt worden aan deze eerste rol van sociale media als doorgeefluik van informatie. Hierdoor zal sociale media een grote bron zijn van informatie over elementen in het getroffen gebied. Het is een zeer dichte bron bij de feiten. Deze informatie uit sociale media wordt binnen het onderzoek van Yates en Partridge (2014) gezien als meer contextueel, met dit bedoelen de onderzoekers dat deze informatie gedetailleerder is. Via deze media werd aan de geïnteresseerden, zoals bijv. logistieke planners, zeer specifieke details gegeven over een specifieke geografische locatie (Yates en Partridge, 2014). Een volgend onderzoek beaamt dit vorige door te stellen dat deze data uit sociale netwerken niet enkel uniek door hun grote hoeveelheid, maar de informatie heeft daarbij een kenmerk van een grote detaillering (Gonzalez-Bailon, 2013). Op sociale media kunnen foto's worden geplaatst van straten en het getroffen gebied, dit kan logistieke planners helpen bij het opstellen van de mogelijke ritten.

Een tweede rol van sociale media is dat de juiste groep aangesproken wordt en informatie zal ontvangen (Wiederhold, 2013). Dit kan bijvoorbeeld gaan via meldingen via smartphones. Het grootste succes wordt behaald als getrainde mensen als eerste een melding krijgen. Zo kan het evacuatieproces een succes worden. Via twitter kunnen mensen zich inschrijven via push-notificaties, twitter kan hierbij samenwerken met het Rode Kruis en andere hulpagentschappen. Niet enkel twitter, maar andere sociale media maken ook gebruik van notificaties (Briones, Kuch, Liu en Jin, 2011). Het belang van sociale media wordt steeds meer duidelijk als de link wordt gelegd naar verscheidene praktijkvoorbeelden. Vanuit een survey vinden de onderzoekers dat mensen zoveel mogelijk informatie over deze ramp te weten willen komen. Sociale media kunnen een essentiële rol spelen om een duidelijk beeld te scheppen in deze tijden van hoge crisis. Bij deze rol kan het gebruik van de site *quicktopic* gelinkt worden (Leavy, 2015), dit onderzoek haalt aan dat tijdens de overstromingen in kleine steden, zoals bijvoorbeeld in Colorado (2013) dit zeer effectief gebruikt werd. Via deze toepassing wordt een soort digitaal en virtueel dorpsplein gecreëerd. Op deze manier konden mensen vanuit de stad informatie delen, hulp vragen of aanbieden en het organiseren van acties overheen de gehele stad. Binnen deze case zagen de betrokkenen, dat nagegaan kon worden of iedereen binnen de stad veilig was via deze sociale media (Leavy, 2015).

Een derde rol van sociale media is deze van een effectieve implementatie van een strategie na een ramp. Na een ramp is het noodzakelijk om acties te ondernemen om te voldoen aan de noden van de personen die getroffen werden (Wiederhold, 2013). Een praktijkvoorbeeld hoe deze sociale media nuttig kunnen zijn bij deze is deze van "*person finder*" van Google. De bedoeling van deze app is om erachter te komen rond het welzijn van personen in het getroffen periode. De grootste doelstelling bij deze specifieke rol van sociale media is om mensen op de hoogte te stellen van de omstandigheden ter plaatse, zodat gepaste strategieën door de verschillende instanties gevolgd worden. Sociale media is een belangrijk planningstool geworden voor het voeren van een beleid rond hulpverlening van landen. Wiederhold (2013) haalt aan dat, door stukjes informatie vanuit sociale media aan elkaar te linken, alle verschillende hulporganisaties betere hulpacties op poten

kunnen zetten binnen het getroffen gebied. Dit resulteert in een betere logistieke dienstverlening. De onderzoekers van onderzoek van Leavy (2015) geven dit laatste aan met een praktijkvoorbeeld. Aan de ene kant zal een persoon een bericht posten over de huidige waterstand binnen een zeker gebied. En aan de andere kant zal een persoon medische hulpmiddelen vragen via een twitterbericht. Met deze twee aparte stukken van informatie kunnen logistieke operatoren of hulporganisaties bepalen hoe zij best de medische hulpmiddelen leveren aan de tweede persoon van hierboven. Via deze informatie kan het bijvoorbeeld mogelijk zijn een evaluatie te maken over de staat van de wegen in het getroffen gebied, door bijvoorbeeld te kijken naar de waterstand in zekere gebieden. Op basis van deze informatie kunnen ritten het best worden gepland, via de desbetreffende methoden die later besproken worden in deelvraag 4. Binnen de case van de tsunami zagen de onderzoekers dat vooral rittenplanning noodzakelijk was tijdens de eerste twee weken voor hulpgoederen, water en voedselpakketten. Na deze twee weken, toen het water stilaan begon te dalen, zien de auteurs dat meer vraag was voor opruimacties. Toen kwam echter informatie beschikbaar over de hoogte van de waterstand. Dit helpt de hulporganisaties om te bepalen welke regio's weer bereikbaar zijn met voertuigen. Op basis van al deze informatie kan de gepaste strategie steeds worden toegepast (Leavy, 2015).

Een vierde rol binnen dit onderzoek is deze van *connected*, dit is het geval dat mensen zich verbonden voelen en informatie kunnen delen onderling. Deze rol van sociale media haalt psychologisch elementen aan voor de slachtoffers. Het kan bijvoorbeeld gaan over de gemoedstoestand van de getroffenen binnen het gebied. Gegevens uit deze sociale netwerken verklaren de interactie van de verschillende personen uit de gemeenschap. Deze data is zeer nuttig voor de activiteiten van lokale overheden en hulporganisaties net na het voortkomen van een natuurramp (Afzalan et al., 2015).

Sociale media heeft als vijfde rol volgens het onderzoek van Yates en Partridge (2014) dat getroffen mensen beter met het feit van een natuurramp kunnen omgaan door het gebruik van sociale media. Dit omdat meer informatie beschikbaar is, is er meer kennis over de gevolgen van de natuurramp.

Misschien wel de meest toepasselijke rol van sociale media is deze van hulp, dit kan zowel gezien worden als hulp binnen de gemeenschap als hulp voor externe hulpverleners (Yates en Partridge, 2014). Binnen het onderzoek van cycloon Yasi (Australië, 2011) werd gezien dat geïnteresseerde mensen uit de gemeenschap de informatie vanuit sociale media gingen uitspitten op zoek naar nuttige informatie. Deze nuttige informatie kon worden doorgestuurd naar de getroffene of naar de verschillende hulporganisaties (Yates en Partridge, 2014). Vaak is het zo dat, als hulporganisaties berichten de wereld insturen met tips rond het verkrijgen van hulp, deze informatie niet iedereen bereikt. Hierbij speelt sociale media een belangrijke rol, waar het delen van berichten met vrienden een zeker begrip is geworden. Zo worden door de huidige technologie meer mensen bereikt, in tegenstelling met enkele jaren geleden.

Een nadeel van berichtgeving uit sociale media volgens de onderzoeken van Schmierbach en Oeldorf-Hirsch (2010) en Shklovski et al. (2008) is vaak dat logistieke operatoren en andere hulpverleners zeer voorzichtig moeten zijn rond de geloofwaardigheid van het nieuws dat



ontvangen wordt via twitter of andere sociale media. Een ander nadeel wordt gevonden in het onderzoek van Imran et al. (2015), dit dat de administratieve kosten zeer hoog zijn om over te schakelen naar een systeem waar informatie uit sociale media verzameld wordt en geanalyseerd. Dit komt volgens het onderzoek door de onzekerheid rond het aantal mensen dat nodig is, voor het verwerken van deze informatie, binnen deze centra. Dit kan zeer verschillend zijn per natuurramp, omdat iedere natuurramp een verschillende impact heeft. Het onderzoek van Imran et al. (2015) haalt als een extra nadeel aan dat door sociale media een *overload* aan informatie kan ontstaan, het oprichten van goed werkende centra is zeker noodzakelijk. Teveel informatie is een belangrijke uitdaging voor hulporganisaties, want niet-relevante informatie kan leiden tot zekere nadelen, het filteren en analyseren van deze informatie is cruciaal (Manoj en Baker, 2007 en Bharosa, Lee en Janssen, 2010). Dit zal ertoe leiden dat de hulpverleners hun rol minder zullen begrijpen en de efficiëntie achteruit zal gaan, de strategie zal hierbij vaak niet volledig meer adequaat zijn. Een te grote hoeveelheid aan informatie kan worden beperkt door te werken aan de hand van subsystemen, waar informatie verdeeld kan worden overheen meerdere systemen en van *overload* minder sprake is (Achterberg en Vriens, 2002). Een te grote hoeveelheid van informatie is een reden waarvoor veel hulporganisaties niet efficiënt kunnen werken (Brynjolfsson, 2012; Townsend, 2013). Dit laatste van een lagere kwaliteit wordt onderzocht in het volgende deelhoofdstuk hieronder.

Ook al werden de verschillende positieve rollen hierboven besproken van informatie uit sociale media, toch wordt in de praktijk echter vaak gezien dat veel organisaties, zowel de profit als de non-profit organisaties, deze sociale media en de informatie verkregen uit deze sociale media vaak niet ten volle gebruiken (Briones, Kuch, Liu en Jin, 2011). Verschillende hulporganisaties, zoals het eerder genoemde FEMA (in de Verenigde Staten), zal sociale media eerder passief gebruiken. Onder 'passief gebruik' ziet het onderzoek van Afzalan et al. (2015) het verdelen van informatie van organisaties naar gebruikers, maar hierbij niet aansluitend gebruik makend van de feedback van deze gebruikers. Hulporganisaties maken wel geen gebruik van sociale media voor het monitoren van de online activiteiten of voor het evalueren van schattingen rond schade (Lindsay, 2010). De data uit de sociale media kan best worden gebruikt om de verschillende rollen van sociale media ten volle te benutten, maar een beperking is vaak de limitatieve hoeveelheid van bronnen, zoals hulppersoneel, tijd en kosten. Om de maximale capaciteit uit sociale media te halen, zijn getrainde mensen nodig om alle informatie op een correcte manier te verwerken (Brynjolfsson, 2012). Want de informatie verkregen uit sociale media moet grondig worden gescreend op basis van de identiteit van de informatiegever en de correctheid van de informatie (Afzalan et al., 2015).

### **3.2.2 Kwaliteit van informatie uit sociale media**

Het onderzoek van Westerman, Spence en Van Der Heide (2012) vond dat hoe meer volgers een twitterprofiel zal hebben, hoe meer geloofwaardig deze berichten op twitter zijn. In het wetenschappelijk onderzoek van Haruechaiyasak et al. (2014) vinden de onderzoekers dat het twittergebruik net na het voorkomen van de tsunami, binnen de regio steeg met 52%. Sociale media zal de gehele wereld in enkele minuten kunnen connecteren (Wiederhold, 2013). Het gaat

niet enkel over top-down communicatie, maar ook van de slachtoffers uit het getroffen gebied. Zo krijgen de getroffen mensen en de mensen buiten het getroffen gebied informatie (Imran et al., 2015). Steeds meer wetenschappelijke onderzoeken halen aan dat de belangrijkheid van de zogenaamde bottom-up processen binnen natuurrampverlening stijgt (Afzalan et al., 2015). Het onderzoek van Imran et al. (2015) geeft de belangrijkheid van de tijdsfactor aan, het is immers zo dat de informatie in zo goed als real time verkregen wordt. Volgens statistieken kunnen sociale media gemiddeld binnen de dertig minuten de grootste schade bepalen na een natuurramp. Deze informatie is bruikbaar en vaak noodzakelijk voor de logistieke operatoren en de zogenaamde '*first responders*', om te spreken van een succesvolle evacuatie binnen een getroffen gebied. Sociale media hebben verschillende rollen tijdens deze periode van hoge paniek, zoals in het vorige gedeelte reeds werd besproken.

Een goede kwaliteit van informatie is noodzakelijk volgens het wetenschappelijk onderzoek van Yates en Paquette (2011). Het is noodzakelijk dat de informatie constant wordt gecontroleerd en bevestigd dat deze correct is in real-time. De onderzoekers halen aan dat processen of systemen nodig zijn om de informatie en kennis, die gedeeld zal worden via sociale media, te evalueren en monitoren. Een methode voor dit werd al aangehaald onder deelvraag 1 via de methode van *data fusion*. Lee et al. (2011) haalt wel aan dat deze verwerkingsprocessen binnen disaster management niet mogen zorgen voor een te grote vertraging bij informatiedeling binnen een dynamische context. Dat de informatie uit sociale media soms niet relevant is, vinden de onderzoekers van Yates en Paquette (2011) terug binnen hun wetenschappelijk onderzoek. Binnen het onderzoek is natuurlijk sprake dat zeer veel informatie beschikbaar is voor de gebruikers van sociale media. Een oplossing voor een grote hoeveelheid aan informatie werd reeds hierboven in deelvraag 1 behandeld via de methode van *data fusion*. Verder worden nu binnen dit deelhoofdstuk de parameters van kwaliteit onderzocht en de methoden om deze kwaliteit van informatie uit sociale media te onderzoeken. Wat zeker een positief punt bleek van de berichten vanuit deze sociale media, is dat deze berichten kwamen van mensen die net getroffen waren, de informatie kwam rechtstreeks van de mensen uit de lokale gemeenschap. De informatie was vrij correct, het nut van deze informatie schatten de onderzoekers van Yates en Paquette (2011) vrij hoog in. Maar dit zal hier nu verder onderzocht worden.

De eerder aangehaalde *Free and open source software* (FOSS) systemen worden gezien als ideale platformen voor disaster management waarop meerdere organisaties moeten samenwerken. Dit door de grote voordelen van lage kosten, flexibiliteit en gemakkelijke aanpasbaarheid (Li, 2012). Informatiekwaliteit wordt binnen deze context onderzocht via de mate van gebruik van deze informatie. Hierbij moet gekeken worden hoe informatie gebruikt wordt en door wie het gebruikt wordt. Verschillende wetenschappelijke onderzoeken zoals Wand en Wang (1996), Wang en Strong (1996) opteren ervoor om meerdere dimensies te bekijken rond kwaliteit van informatie. Vaak terugkomende kwaliteitsdimensies zijn accuraatheid, tijdigheid, beschikbaarheid, compleetheid (Li, 2012). Deze vier dimensies werden aangehaald binnen het onderzoek van Pipino en Wang (2002), van deze dimensies worden binnen dit onderzoek definities gegeven. *Tijdigheid* wordt binnen het onderzoek van Pipino en Wang (2002) beschreven als hoe up-to-date gegevens of informatie zijn. Als de gegevens representatief zijn, kan de informatie gebruikt worden, anders geeft deze

informatie een fout beeld van de werkelijkheid weer rond de situatie. Dit is een zeer belangrijk aspect omdat de eerste momenten net na het voorkomen van een natuurramp zeer kritisch zijn, in deze momenten gaat het vaak over leven en dood. Binnen de case van het onderzoek van Li (2012) werd voornamelijk de eerste dag zeer veel informatie verstuurd via sociale media, tot twintig percent in het eerste uur. Vaak stroomde de berichtgeving via twitter al binnen, op het moment dat de natuurramp zelfs nog aan het gebeuren was. Het voordeel van sociale media is dat zowel *first responders* als de gebruikers van twitter beide meteen weten wat in het getroffen gebied aan het gebeuren is. Wanneer informatie het meest nodig is (vaak binnen de eerste twee dagen), heeft sociale media vaak veel meer voordelen ten opzichte van de traditionele media. Dit komt voornamelijk door de grote hoeveelheid van informatie die noodzakelijk is. Na de eerste twee dagen wordt binnen het onderzoek van Li (2012) aangehaald dat traditionele media meer zullen bijdragen ten aanzien van de zogenaamde micro bloggen, zoals twitter. Een tweede dimensie die teruggevonden wordt binnen het onderzoek van Pipino en Wang (2002) is *beschikbaarheid*, dit gaat logischerwijs over de mate dat informatie of gegevens beschikbaar zijn. Beschikbare informatie is natuurlijk noodzakelijk voor het uitvoeren van een goede logistieke rittenplanning. Vaak is het zo dat weinig internet of elektriciteit aanwezig is net na het voorkomen van een natuurramp. Het gebruik van twitter (wat micro bloggen genoemd zal worden) geeft een voordeel kijkend naar de beperkingen waarmee gewerkt moet worden. Het sturen van berichten over internet en het gebruik van sociale media is minder belastend voor het netwerk dan bijvoorbeeld telefoonoproepen, hierdoor is informatie vanuit sociale media veel meer beschikbaar. De derde dimensie die besproken wordt binnen Pipino en Wang (2002) is *accuraatheid*, dit is een noodzakelijke dimensie voor een efficiënte en gepaste allocatie van hulpgoederen voor het helpen van een maximaal aantal personen in nood. Foute informatie kan in deze tijden van nood en hoge complexiteit ontzettend zware gevolgen hebben. Het kan bijvoorbeeld voorkomen dat goederen naar de foute plaatsen worden gestuurd en zo is de hulp die geboden wordt totaal nutteloos. Analyse van inhoud van de verkregen informatie is noodzakelijk, dit kan gebeuren door bijvoorbeeld te zoeken naar specifieke woorden of concepten binnen een tekst om de relevantie te bepalen. Berichten uit sociale media focussen vaak rond de directe omgeving van mensen. De laatste dimensie die wordt teruggevonden bij Pipino en Wang (2012) is deze van *completeid*, hierbij wordt vooral gecontroleerd naar de mate dat informatie niet aanwezig is. De dimensie van completeid is zeker belangrijk bij het nemen van een beslissing, zodat een volledige en juiste beslissing genomen kan worden. Anders kan het voorkomen dat hulpgoederen fout worden gealloceerd. Een voorbeeld wordt aangehaald binnen Li (2012), door onvolledige informatie werden ritten gepland naar gebieden die niet bereikbaar waren via wegen. Toch werden naar deze onbereikbare gebieden ritten gepland, dit kostte binnen het hulpproces tijd, geld, voertuigen en hulpgoederen. Deze elementen hebben een hoge waarde in de periode vlak na een natuurramp. Binnen het onderzoek zal gezien worden dat twitter vooral in de periode net na een natuurramp een hogere graad van completeid zal vertonen.

Een term die binnen de context van kwaliteit van berichten uit sociale media gezien wordt, is *collective intelligence*. Met deze term wordt bedoeld dat informatie gehaald wordt van de gebruikers voor de toepassing en om de gebruikswaarde van deze informatie te verhogen (Gregg, 2010). Het idee achter deze term is dat door de grote hoeveelheid van informatieberichten uit

sociale media de foutieve berichten uitgefilterd worden door de grotere hoeveelheid van correcte informatieberichten. De informatie wordt vooral correct geacht door de contributies van het groot aantal personen, die berichten de wereld insturen (Gregg, 2010).

In de praktijk wordt nu meer gezien dat politiestations van zekere regio's gebruik maken van sociale media om informatie te delen. Dit vanuit het idee dat hier veel mensen bereikt kunnen worden. Hierbij trachten deze autoriteiten vaak veiligheidsinstructies mee te geven voor de lokale bevolking. Binnen het onderzoek van Yates en Partridge (2014) werd de rol van deze politieberichten zeer belangrijk geacht. Verscheidene slachtoffers haalden in de *survey* aan dat deze politieberichten gezien werden van een hoge kwaliteit en getrouwheid. Hierbij halen slachtoffers aan binnen een ramp, dat politieberichten op twitter het vertrouwen hebben als bronnen van nieuwsmedia. Het onderzoek van Yates en Partridge (2014) geeft voor sociale media nog een belangrijk voordeel, het komt voor dat de gebruiker of de lezer de informatie vanuit sociale media als real time zal zien. De snelheid van berichtgeving is een groot voordeel van het gebruik van sociale media volgens personen die ermee werken in deze tijden.

Hierboven werd gesproken rond de grote hoeveelheid informatie die zal verkregen worden vanuit sociale media. Binnen het onderzoek van Afzalan et al. (2015) worden enkele methoden aangehaald om de data van sociale media te verwerken. Een eerste methode die de onderzoekers aanhalen is de zogenaamde methode van Social network analysis (SNA), dit is het zoeken van de meer actieve gebruikers van sociale media op basis van de interacties van deze personen met andere gebruikers in het netwerk. Binnen deze methode wordt niet echt gekeken naar persoonlijke kenmerken van de betrokken personen. Deze methode wordt gebruikt voor het identificeren van stakeholders en hun onderlinge relaties te verkennen. De structuren van sociale media zijn zeer complex. Om deze reden is het handig om een onderscheid te maken tussen de twee soorten gebruikers, namelijk enerzijds de actieve en anderzijds de passieve gebruikers. Twee andere methoden worden hierbij aangehaald in het wetenschappelijk onderzoek van Afzalan et al. (2015), deze om de knooppunten te identificeren die een maximale invloed hebben in het verspreiden van informatie. Een eerste methode is de zogenaamde H-index, deze methode kijkt naar de citaties en de populariteit van de gebruikers die informatie delen op sociale media. Dit is een methode die zeer vaak gebruikt wordt binnen het internet, zoals bijvoorbeeld internet zoekmachines. Een tweede methode die het onderzoek aanhaalt is de zogenaamde i10-index. Met deze methode kunnen academische studies gerangschikt worden op basis van hun publicatie en citaties. Dit weer om de invloed van personen binnen een netwerk te bepalen en de mate van impact in te schatten. Vaak wordt binnen zekere gevallen een minimum opgelegd vanaf wanneer gesproken mag worden van een 'goede' bron van informatie.

Voor sociale media kan vaak gebruik gemaakt worden van het HITS (hyperlink-induced topic research) algoritme (Afzalan et al., 2015). Dit is een algoritme dat linken rangschikt op basis van de zekere aangesloten hub en score in autoriteit. De score in autoriteit is gebaseerd op het aantal knooppunten waaraan een zeker knooppunt gelinkt is. In het netwerk binnen deze specifieke context van sociale media worden knooppunten gezien als leden van verschillende groepen en linken geven een indicatie van de interacties tussen deze leden. Bijvoorbeeld een reactie van de ene gebruiker op het informatiebericht van een andere gebruiker duidt op een directe link tussen

beide personen (Afzalan et al., 2015). Binnen het onderzoek wordt gesproken van een goed knooppunt als sprake is van veel linken met andere knooppunten.

Sociale media zorgt niet enkel voor een betere werking van de online en offline omgevingen, maar kan aansluitend de hulpactiviteiten op de grond bevorderen. Door deze redenen zullen hulporganisaties deze technologieën moeten gebruiken, voor het uitvoeren van de verscheidene hulpacties. Bijna alle wetenschappelijke onderzoeken bevestigen deze bovenstaande zin. Training van mensen is wel noodzakelijk om deze media te gebruiken, dit voor het begrijpen van deze zogenaamde online gemeenschappen en de informatie die hieruit verkregen zal worden.

### **3.2.3 Conclusie**

Een algemene conclusie van Afzalan et al. (2015) is dat sociale media voor een betere samenwerking en integratie zorgt. Sociale media zorgen buiten deze voordelen voor het bieden van extra kansen voor vrijwilligers om te helpen binnen de verschillende hulpacties. Onder deze hulpacties kunnen online activiteiten worden gezien. Hulporganisaties kunnen actief op zoek gaan op sociale media voor mogelijke vrijwilligers en stakeholders. Het onderzoek van Afzalan et al. (2015) haalt aan dat de hulpactiviteiten van groot nut kunnen zijn tijdens het uitvoeren van *disaster* management. Currie (2009) haalt aan dat twitter de potentie heeft om een centraal opererend apparaat te zijn voor de organisatie van crisis management samen met andere vormen van sociale media. Binnen deze bovenstaande deelvraag werden de verschillende rollen bekeken van sociale media, waarbij toch wel meer en meer de belangrijkheid van de sociale media binnen natuurrampen gevonden wordt. Verschillende rollen werden aangehaald binnen het eerste gedeelte van dit deelhoofdstuk hoe sociale media een positieve invloed kunnen hebben op rittenplanning van logistieke activiteiten in de periode net na een natuurramp. Na het bespreken van de diverse rollen, werd binnen deze deelvraag onderzocht hoe logistieke planners deze informatie vanuit deze sociale media het beste kunnen analyseren naar kwaliteit toe. Algemeen kan geconcludeerd worden dat informatie uit sociale media zeer relevant zal zijn voor de huidige situaties van natuurrampen. Deze gegevens zijn immers zogenaamde *real-time* gegevens. Binnen het bepalen van de kwaliteit van de gegevens worden verscheidene termen en methoden aangehaald, zoals *collective intelligence*, *social network analysis*, *i10 index*.

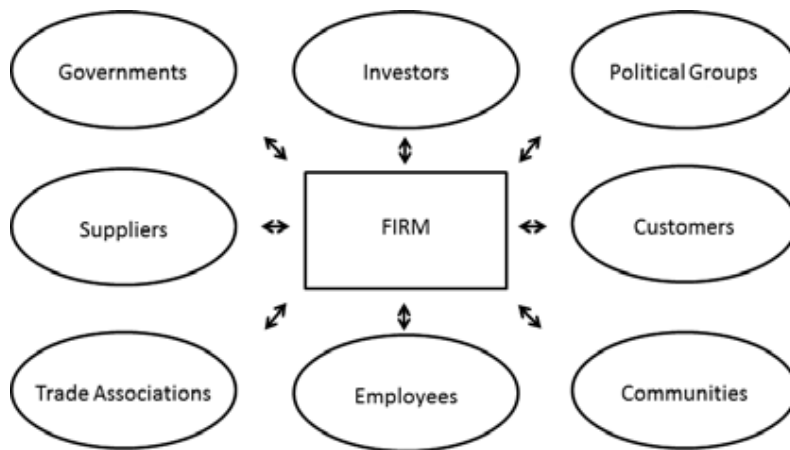
### **3.3: Hoe zullen landen en organisaties efficiënter kunnen reageren op een beschreven ramp, door middel van te kijken naar commerciële bedrijven en de Verenigde Naties hierin spelen?**

Deelvraag 2 ging over de rollen van sociale media en hun rol binnen de hulp na een natuurramp. Natuurlijk kunnen sociale media gezien worden als private ondernemingen. Binnen deze deelvraag 3 wordt eerder gekeken welke rol private bedrijven, die niet gericht zijn op sociale media, kunnen vertolken bij de verschillende hulpacties in tijden van nood. Hierbij vooral kijkend of echt duidelijke voordelen te merken zijn in het plannen van ritten net na het plaatsvinden van een natuurramp. De doelstelling van hulpacties tijdens natuurrampen is voor alle partijen om de stroom van hulp, communicatie en hulpgoederen te organiseren in de meest efficiënte manier mogelijk (Day, Strother, Kolluru, Booth, Rawls en Calderon, 2010). Dit is vaak niet zo gemakkelijk om te realiseren. Bij natuurrampen kunnen traditionele hiërarchische organisatie ineffectief zijn, omdat leden niet genoeg informatie hebben en de mogelijkheid niet hebben om snel aan de nieuwe vraag te voldoen (Comfort, 1996).

#### **3.3.1 Rol van private ondernemingen**

Het onderzoek van Afzalan et al. (2015) geeft aan dat lokale overheden en organisaties een zeker beleid moeten uitwerken rond disaster management om de impact van een natuurramp te reduceren en te zorgen voor een betere respons in noodsituaties. Het helpt deze entiteiten om problemen te ontdekken, situaties te begrijpen en publiek bewustzijn te laten stijgen (Chen, Lia en Chan, 2006). Motivatie voor deze private ondernemingen om deze hulp te bieden is de zogenaamde stakeholder theorie, dit houdt in dat bedrijven vooral helpen voor de verschillende stakeholders van het bedrijf (Freeman, 1999). Deze stakeholders bestaan uit: overheid, politieke partijen, klanten, werknemers en gemeenschappen. Stakeholder theorie geeft aan dat commerciële bedrijven individuen en entiteiten, die buiten de onderneming actief zijn, willen helpen in tijden van nood (Freeman, 1999). Onder de definitie verstaat het onderzoek van Freeman (1999) de overheden, politieke partijen, werknemers, klanten en de verschillende gemeenschappen. Deze kunnen voorgesteld worden via figuur 3, terug te vinden op de volgende pagina, uit het onderzoek van Donaldson en Preston (1995).

De noden van de verscheidene stakeholders kunnen gezien worden als een theoretische motivatie voor private bedrijven. Een tweede motivatie voor deze commerciële bedrijven is dat deze bedrijven zullen mikken op de nieuwe inkomsten van deze stakeholders na de opbouw van de nieuwe infrastructuur (McDonald, 2012). Het gaat hierbij over goodwill of een groter marktaandeel. Een laatste motivatie die onderzoekers aanhalen is deze van het 'morele ding' te doen of het 'juiste ding' te doen (Gibson, 2000). Commerciële bedrijven moeten gebruik maken tijdens het bieden van hulp, dit voor hun *core competencies*. Natuurlijk speelt de media-aandacht die de bedrijven krijgen een zeer belangrijke rol, dit kan de verkopen en hun imago in de toekomst voor het bedrijf alleen maar verbeteren. Deze steeds belangrijkere rol van media, hieronder kan sociale media



**Figuur 3: model van stakeholders (Donaldson en Preston, 1995)**

verstaan worden, werd reeds benadrukt in deelvraag 2. Private bedrijven nemen in een PPP (public and private partnership) deel voor twee redenen volgens het wetenschappelijk onderzoek van Smith en Swanson (2013). Een eerste reden is dat deze bedrijven een overheidscontract moeten vervullen. Hierbij is een vrij grote zekerheid, wat verwacht wordt vereist. Hierbij aansluitend de zekerheid dat de overheid voldoet aan de beloftes binnen het contract. Een tweede reden is dat als bedrijf de activa, klanten, leveranciers en andere interesses binnen het getroffen gebied beschermd worden.

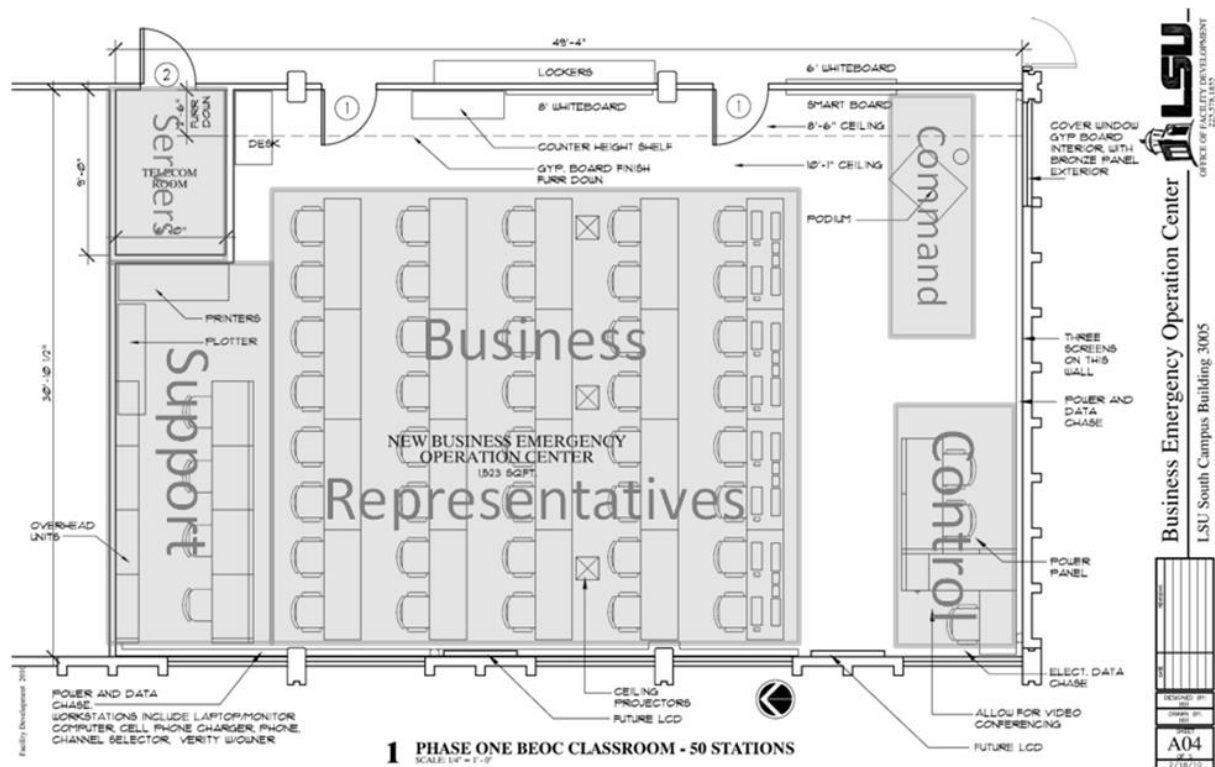
In het wetenschappelijk artikel van Smith en Swanson (2013) vinden de onderzoekers dat, bij het bestuderen van de case van orkaan Katrina, de overheidsrespons helemaal niet effectief was. Dit werd al besproken in de inleiding, bij de bespreking van het praktijkvoorbeeld. Terwijl de respons op deze ramp door private ondernemingen (Walmart en andere) wel effectief verliep. In het algemeen vindt het onderzoek van White (2010) dat private ondernemingen meer effectief reageren op natuurrampen ten opzichte van publieke ondernemingen. Een reden voor deze slechte respons is dat publieke ondernemingen deze uitgaven zien als noodzakelijk, niet zozeer als een strategische component. Er bestaan natuurlijk wel significante verschillen tussen commerciële en humanitaire logistiek (Oloruntoba en Gray, 2006). Het grootste verschil tussen beide is dat de supply chain van commerciële bedrijven vrij stabiel is, voorspellingen kunnen gemaakt worden op basis van gegevens uit het verleden (Smith en Swanson, 2013). De vraag binnen deze supply chain is stabiel, hierbij kan meteen gezien worden dat de levertijd stabiel is. Onder levertijd wordt verstaan de tijd die nodig is om te beantwoorden aan een order van een klant (Jacobs en Chase, 2014). Voor het beantwoorden van een natuurramp vinden de onderzoekers dat een snelle levertijd nodig is, problemen rond voorraad zullen vaak meteen opkomen in deze tijden van nood (Smith en Swanson, 2013). Als overheid of hulporganisaties is een snelle reactie vereist na het plaatsvinden van een natuurramp. De respons van een humanitaire actie is uniek voor iedere natuurramp. Let wel dat in sommige situaties verschillende noden moeten vervuld worden net na een natuurramp, dit kan zijn binnen eenzelfde bevolking (Smith en Swanson, 2013).

Een probleem, in de samenwerking tussen publieke en private organisaties, is dat de efficiëntie gereduceerd wordt van de inter-sector coördinatie. Een ander nadeel dat bekeken wordt, is verbonden aan de samenwerking tussen een publieke en een private organisatie. Overheidsorganisaties zijn immers sterk gefocust op de korte termijn, terwijl commerciële ondernemingen eerder een lange tijdshorizon in hun hoofd hebben. Een probleem dat vaak opkomt bij de samenwerking tussen private en publieke bedrijven, is dat publieke bedrijven vaak data geheim willen houden. Deze organisaties wensen geen lekken van gegevens naar het grote publiek. Daarom zijn publieke bedrijven geneigd om eigendom en controle over gegevens te behouden (Li, 2012). Door het samenwerken van verschillende organisaties wordt getracht een meer effectieve hulpverlening te bekomen, omdat de verscheidene organisaties de individuele zwakten reduceren. Li (2012) haalt aan dat een zeker vertrouwen zal moeten bestaan tussen enerzijds de publieke bedrijven en anderzijds de private bedrijven. Indien vertrouwen aanwezig is zal minder onzekerheid bestaan rond informatiedeling, de verschillende organisaties kunnen onder vertrouwen beter functioneren.

Het onderzoek van Day et al. (2010) haalt aan dat coördinatie van hulp vaak verloopt door te werken met zogenaamde *emergency operation centres* (EOCs). Uit ervaring wordt teruggevonden dat deze EOCs goed werken op alle niveaus van de overheid, dit van individueel tot federaal niveau, de zogenaamde 'top to bottom' benadering. Binnen deze EOCs wordt vaak gewerkt met vertegenwoordigers van een aantal overheidsinstanties zoals politie, openbare werken en transport. Op het meer lokale niveau wordt gezien door Day et al. (2010) dat vaak wel hulp wordt gevraagd aan private ondernemingen. Deze private organisaties moeten zorgen voor up-to-date informatie over de status van eigen bedrijf of de status van infrastructuur of hulpgoederen, die de private organisatie bezit. Acties worden ondernomen om de relatie tussen publieke ondernemingen en private organisaties te verbeteren, binnen het onderzoek van Day et al. (2010) is een verantwoordelijke aangeduid die instaat voor deze relaties. Door private ondernemingen deel te laten nemen, wordt gezien dat betere beslissingen worden genomen rond wanneer hulpacties moeten worden uitgevoerd, welke hulpgoederen te gebruiken en de plaats waarnaar ze verzonden moeten worden. Het verbeteren en standaardiseren van communicatie tussen de publieke en private sectoren kan de efficiëntie verhogen en de conflicten reduceren. Hulpgoederen van private organisaties zijn vaak goedkoper, dichterbij, meer gepast voor het getroffen gebied en mensen. Het onderzoek van Day et al. (2010) haalt bijvoorbeeld aan dat de voedselpakketten van private organisaties een lagere prijs hebben dan deze van verscheidene hulporganisaties. Een extra voordeel hierbij is aansluitend dat geïnvesteerd wordt in de lokale economie. Gelinkt aan planning om hulpgoederen te plaatsen moet rekening gehouden worden met de vestigingen van private organisaties die van hulp kunnen zijn net na een natuurramp. Dit kan gelinkt worden aan het plannen van ritten net na een natuurramp, waarbij rekening gehouden moet worden met de verschillende entiteiten in het getroffen gebied en de aanliggende gebieden. Noodzakelijk in deze periode is dat goederen beschikbaar zijn, niet zozeer goedkoper ten aanzien van de andere of zozeer gratis (Day et al., 2010). Het opzetten van nieuwe *operations centres* werd voorgesteld en de zogenaamde *business EOCs* werden opgericht, deze wordt teruggevonden in figuur 4 op de volgende pagina. Hierbij werd een grotere focus gelegd op de deelname van de private sector. Dit om de coördinatie beter te doen verlopen tussen enerzijds de publieke sector en anderzijds de



private sector. De coördinatie van vrijwilligers en verkregen giften is essentieel zodat effectieve noden vervuld worden op juiste manier en binnen juiste tijd. Deze BEOC zijn het coördinatiepunt waar de verschillende diensten worden toegewezen.



Figuur 4: BEOC centre (Day, Strother, Kolluru, Booth, Rawls en Calderon, 2010)

### 3.3.1.1 FOSS systemen

Li (2012) haalt aan dat door te werken met zogenaamde *free and open source software* (FOSS) systemen de ontwikkeling van informatiesystemen zal vooruithelpen, verdelen van kennis rond hulpacties en de coördinatie van hulpactiviteiten (Morelli, De Silva, De Lanerolle, Curzon en Xin Sheng Mao, 2010). Binnen een FOSS systeem werken meerdere stakeholders samen. Dit gaat volgens het onderzoek van Li (2012) zowel over publieke als private bedrijven, om beide types van ondernemingen dichter bijeen te brengen. FOSS systemen bepalen dat bijdragers een gemeenschappelijk gevoel hebben om eigen oplossingen te plaatsen in een zogenaamde 'common pool'. Iedereen kan naar eigen goeddunken aanpassingen maken aan de software. Het op tijd en effectief delen van kennis is van groot belang voor disaster management (Nevo en Wand, 2005). Vooral de omgevingscontext is belangrijk, dit is de sociale context waarin organisaties werken. De eerste hulpverlener binnen deze situaties volgens het onderzoek van natuurrampen is de overheid. Binnen de acties net na een natuurramp worden zekere relaties opgebouwd, vaak voor een korte duur, maar deze zijn wel kritisch voor het uitvoeren van efficiënte hulpacties (Poppo en Zenger, 2002). FOSS systemen zijn geschikt voor humanitaire acties, omdat deze systemen gemakkelijk aan te passen zijn, te configureren zijn door onafhankelijke externe personen, zodat deze zeer snel aanpasbaar zijn aan complexe situaties (Currion, De Silva en Van De Walle 2007).

### **3.3.1.2 De rol van Verenigde Naties**

Natuurlijk zijn veel verschillen tussen meerdere landen op te merken in de aanpak van hulpverlening. Sommige landen laten gemakkelijk externen helpen bij de respons op een natuurramp, andere landen voeren een beleid of cultuur dat inmenging helemaal niet toelaat. Sinds 2005 halen de onderzoekers aan dat de Verenigde Naties (VN), een waardevolle bijdrage levert voor een succesvolle respons op natuurrampen. Bij de VN wordt gebruik gemaakt van de cluster benadering. Deze benadering houdt operaties in zoals toewijzing van infrastructuur (gebouwen), haven en corridor coördinatie, douanes en storage management (New York, 2013). Deze cluster benadering zal leiderschap, voorspelbaarheid en aansprakelijkheid verduidelijken in internationale hulpverlening. Binnen een land moeten lokale overheden een beleid voeren dat de communicatie tussen alle helpende organisaties zo vlot mogelijk verloopt. Voor een betere werking zou gebruik gemaakt kunnen worden van zogenaamde PPPs, *public-private cooperation*, dit om zo toch de samenwerking en de communicatie te verbeteren en natuurlijk de schade net na een natuurramp te reduceren (United Nations, 2013). Onderscheid zal gemaakt moeten worden volgens de Verenigde Naties (VN) naar enerzijds nationale en internationale organisaties met een maatschappelijke doelstelling. Deze worden NGO's (niet-gouvernementele organisatie) genoemd. De doelstelling, volgens de VN, van de nationale organisaties moet voornamelijk de ondersteuning van de voorbereiding op noodtoestanden zijn en ondersteuning van de hulpactiviteiten van overheden, VN-organisaties en de grote internationale hulporganisaties (United Nations, 2013). Volgens het handboek van de VN zullen zij het sterke kenmerk hebben dat zij een sterk *community* netwerk hebben, dat gebruikt kan worden om het getroffen gebied te bereiken. De bedoeling voor de internationale organisaties is het uitvoeren van de effectieve humanitaire hulpacties. Het komt voor dat de meeste organisaties donaties verkrijgen om deze acties gedeeltelijk te ondersteunen. Binnen het handboek van de VN wordt teruggevonden dat private bedrijven meer en meer aanwezig zullen zijn bij het uitvoeren van hulpacties, dit omdat deze bedrijven hun zogenaamd *social responsibility* strategie willen volgen (United Nations, 2013). Private ondernemingen zullen ondersteuning bieden aan humanitaire logistiek en de plaatselijke telecomunicaties. De VN zal een extra organisatie in het leven roepen onder de naam IASC (*inter-agency standing committee*) die de coördinatie moet verzorgen van de humanitaire hulp op het globale niveau (United Nations, 2013). Dit betekent de coördinatie, beleidsontwikkeling en ondersteuning van het beslissingsproces tussen organisaties van de Verenigde Naties en organisaties die niet tot de Verenigde Naties behoren.

### **3.3.2 Logistieke frameworks**

Voor respons op een natuurramp worden vier grote logistieke *frameworks*, logistieke modellen, gezien binnen dit onderzoek van Smith en Swanson (2013). Dit zijn *frameworks* van vooral commerciële bedrijven, die van nut kunnen zijn in perioden net na een natuurramp. Het eerste framework die geanalyseerd wordt, is het *push/pull-framework*. Als eerste moeten de logistieke planners op korte termijn de nodige goederen en diensten in het rampgebied kunnen plaatsen. Later zullen deze meer finale goederen, die effectief nodig zijn, vanuit het gebied een zeker pull effect gaan geven (Trunick, 2006). Dit *framework* is duidelijk aanwezig in de private sector. Een voordeel binnen dit *framework* volgens Stock en Lambert (2001) is dat sprake is van een zeer

snelle verplaatsing van voorraden, indien niet de juiste hoeveelheden op de juiste plaatsen aanwezig zijn.

Een tweede *framework* die bekeken wordt binnen het onderzoek is deze van de voorraadallocatie. Aangepaste berekeningen van plaatsen waar voorraad is nodig in deze tijden net na een natuurramp (Smith en Swanson, 2013). De onderzoekers stellen dat voorraad gezien zal worden als een sleutelement vooral na een natuurramp. Zij halen aan dat humanitaire logistiek rekening moeten houden met de hoge onzekerheid tijdens en net na een ramp. In het onderzoek van Yi en Ozadamar (2007) wordt aangehaald dat verschillende strategieën van voorraadallocatie besproken worden. Humanitaire logistieke operatoren moeten de onzekerheid en de vraag van een groot aantal stakeholders optimaliseren (Van Wassenhove, 2006). Eén van de strategieën is dat goederen geplaatst worden aan het dichtste noodzakelijke punt, anderzijds kan sprake zijn van bijvoorbeeld flexibele hulpverleners, die de voorraad verdelen (Yi en Ozadamar, 2007).

Het derde logistieke *framework* die dit onderzoek aanhaalt is deze van het voldoen aan een bestelling. Retailers moeten immers als een belangrijke doelstelling hebben dat ze zo snel mogelijk willen voldoen aan een zekere bestelling. Nadelen zijn aanwezig bij het vertrouwen op retailers, namelijk dat lokale hulpverleners teveel goederen nodig hebben en dat de opslagfaciliteiten vernietigd zijn door de ramp (Smith en Swanson, 2013). Rampen moeten eigenlijk meer processen en methoden rond opslagplaatsen nodig hebben, en niet processen rond retailers.

Het vierde logistieke *framework* die de onderzoekers bekijken is deze van dispatch, commerciële logistieke personen werken vaak meer met vooraf bepaalde parameters (vraag, afzet, reistijden, ...). Dit is natuurlijk niet het geval tijdens een natuurramp, in deze momenten is sprake van een hoge complexiteit. De hoge onzekerheid speelt mee en zorgt voor een hogere mate van complexiteit (Barbarosoglu et al., 2002). Onderzoekers zien dat zelden duidelijkheid bestaat rond de vraag, geen duidelijke communicatie zal zijn rond samenwerking, punten van levering en ophalen zullen steeds verschillen en misschien veranderen doorheen de tijd. Concepten zoals on-demand en dynamische *dispatch* kunnen gepast zijn voor de respons op een ramp. Dit is omdat on-demand wel duidelijk kan omgaan met deze periode van hoge onzekerheid en complexiteit (Swanson en Smith, 2013).

### **3.3.3 Conclusie**

Algemeen kunnen de onderzoekers na het uitvoeren van een toepasbaarheid van de 4 modellen, concluderen dat het push/pull logistieke model het beste is voor een beantwoording als respons na een ramp. Hierna komt voorraadallocatie, daarna nog order uitvoering en als laatste komt het *framework* van dispatch (Smith en Swanson, 2013). *Dispatch* is eigenlijk het slechtste logistieke model om toe te passen onder perioden met een hoge onzekerheid. En zeker om snel te reageren op natuurrampen, deze snelle reactie is noodzakelijk net na een natuurramp, om de schade zoveel mogelijk te reduceren. Toch kan de conclusie getrokken worden dat overheden vaak niet in staat zijn om commerciële bedrijven te integreren in de directe logistieke ondersteuning (Van Wassenhove en Martinez, 2012).

### **3.4 Conclusie**

Binnen dit hoofdstuk werd een algemeen beeld geschetst van elementen die een zekere rol kunnen spelen in de periode net na het plaatsvinden van een natuurramp. Als eerste werd de impact van communicatie- en informatiestromen binnen rittenplanningen besproken. Binnen dit deelhoofdstuk werden twee zeer goede modellen getoond, die de communicatiestromen en de werking tussen organisatie goed konden voorstellen. Enerzijds *data fusion* die meer de link legde tussen de stappen van communicatie binnen hulpverlening en anderzijds VSM-methode die de gehele werking van organisaties onderling en met de omgeving ging verduidelijken. In het tweede deelhoofdstuk werd de rol van sociale media binnen hulpverlening besproken. Verschillende rollen van sociale media werden aangehaald, zoals doorgeefluik van informatie, mensen dichter bijeenbrengen en een *planningstool* zijn. In dit deelhoofdstuk werden ook methoden aangehaald om de kwaliteit van informatie uit sociale media te meten, hiervoor werden vier parameters aangehaald: tijdigheid, beschikbaarheid, accuraatheid en compleetheid. Algemeen werd gesteld dat informatie uit sociale media zeker een voordeel zal opleveren bij de hulpverlening van een natuurramp. In het laatste deelhoofdstuk werd de rol van private ondernemingen en de Verenigde Naties van naderbij onderzocht. De Verenigde Naties hebben een belangrijke rol aangenomen, omdat deze organisatie een centrale, coördinerende rol gaat aannemen bij de verschillende hulpacties. Private ondernemingen hebben een zeker voordeel voor hulpverlening, als deze een zekere focus hebben op logistiek. Vaak omdat deze organisatie meer weet hebben over de kenmerken van de omgeving. Ook werden een aantal logistieke *frameworks* binnen dit deelhoofdstuk besproken. Het meest toepasselijk *framework* was de van de pull/push methode. Binnen deze methode worden eerst goederen in grote hoeveelheden naar het getroffen gebied gestuurd, later neemt dit af en zal de vraag moeten komen van de mensen uit het getroffen gebied. Dit is een methode die zeer toepasselijk is als de vraag uit het getroffen gebied onzeker is.

Een voldoende basis rond de context van rittenplanningen is nu aanwezig om deze rittenplanning in diepere detaillering te onderzoeken. Al dit bovenstaande beschreven in dit hoofdstuk kan nu gebruikt worden om de toepassing van rittenplanningen beter te begrijpen.



## **HOOFDSTUK 4: WAT ZIJN DE VERSCHILLENDE METHODEN DIE TOEGEPAST ZULLEN WORDEN IN DE VERSCHILLENDE MOGELIJKE, RISICOVOLLE SITUATIES, ZOALS AARDBEVING, OVERSTROMINGEN EN ANDERE NATUURRAMPEN?**

De vorige deelvragen werden aangehaald om enkele elementen, die achter de verschillende logistieke modellen rond rittenplanning schuilen, te tonen. Zo werden de rol van informatie, via sociale media, de communicatie, in verschillende modellen, en private ondernemingen onderzocht binnen deze logistieke modellen. Een aantal methoden zijn aanwezig voor het plannen van ritten. Enkele zullen aangehaald en toegepast worden binnen het antwoord op deze deelvraag 4. De bedoeling voor deze deelvraag is om robuustheid voor enkele gebruikte methoden in wetenschappelijke onderzoek te bestuderen, dit in perioden waar sprake is van een niet normale input van gegevens. Als eerste wordt binnen deze deelvraag de term 'robuustheid' verklaard aan de hand van verscheidene definitieën binnen verschillende domeinen. Robuustheid is bijvoorbeeld een veel gebruikte term in statistiek en in optimaliseringsproblemen. Hierna wordt het toepassingsgebied van de verschillende logistieke planningsmethoden beschreven. De logistieke planningsmodellen zullen vaak twee algemene doelstellingen hebben voor respons van een natuurramp: enerzijds is transport voorzien voor de slachtoffers uit het getroffen gebied en indien noodzakelijk naar een nabijgelegen hospitaal (Dullaert Eshghi, & Najafi, 2013). Een andere doelstelling is aansluitend het plannen van hulp van leveranciers of opslagplaatsen naar het getroffen gebied. Als eerste wordt een *vehicle routing* probleem (VRP) geanalyseerd. Het effect wordt onderzocht als waarden binnen de inputdata veranderd worden en hierbij zeer afwijkende waarden aannemen. Buiten het analyseren van de impact wordt vooral getracht te weten te komen of het logistieke model blijft werken.

Bij het zoeken naar wetenschappelijke onderzoek werd meteen duidelijk dat sprake is van een vaak toegepaste methode, de robuuste methode. Deze methode werd gebruikt door verscheidene wetenschappelijke onderzoeken: Ben-Tal, A., Do Chung, B., Mandala, S.R., & Yao, T. (2011) en Dullaert, W., Eshghi, K., & Najafi, M., (2013). Bij ieder aangehaald model zal een terugkoppeling worden gemaakt naar robuustheid, om te zien wat het effect zal zijn op de werking van deze modellen.

### **4.1 Robuustheid**

Robuustheid wordt teruggevonden binnen verschillende domeinen, zoals bijvoorbeeld in de statistiek als in de gebruikte optimalisatiemodellen.

Als eerste wordt robuustheid teruggevonden binnen de statistiek, waar het een algemeen begrip is. Een definitie die vaak gebruikt wordt om robuustheid uit te leggen binnen dit domein is de volgende:

“Robustness signifies insensitivity to small deviations from the assumptions.” (Huber en Ronchetti, 2009, p.2).

Binnen het domein van de statistiek wordt de link van robuustheid vaak gelegd met de verdeling van gegevens. Robuustheid wordt hier aangehaald via de effectieve verdeling die licht afwijken van het afgesproken theoretische model of de verdeling.

Binnen optimalisatiemodellen is robuustheid van groot belang, om het realisme van deze modellen te vergroten. Het onderzoek van Ide en Shöbel (2015) haalt de belangrijkheid van robuustheid aan in optimalisatiemodellen. Als eerste punt halen de onderzoekers aan dat in zowat alle praktische toepassingen van mathematische optimalisatieproblemen sprake is van inputdata die niet volledig gekend zijn. Voorbeelden van deze onzekerheden zijn meetfouten, niet-precieze data, toekomstige ontwikkelingen, fluctuaties of verstoringen. Als tweede reden dat robuustheid zeker bekeken moet worden is dat de meeste optimalisatieproblemen niet een specifieke doelstellingsfunctie hebben, maar afhangen van verschillende doelstellingen met verschillende optimalisatiecriteria (Ide en Shöbel, 2015). Binnen het onderzoek van Ide en Shöbel (2015) worden een definitie gegeven van robuuste optimalisatie:

“robust optimization does not assume any probabilistic information but only that the uncertain parameters stem from some uncertainty set.” (Ide en Shöbel, 2015, p.236)

Binnen deze modellen kan ook de robuustheid binnen en van de routing modellen onderzocht worden. Een zekere term voor de robuustheid van modellen wordt binnen het onderzoek van Janssens, Manisri, Soonpracha en Mungwattana (2015) gebruikt als volgend:

“The term model robust is used if a robust solution remains almost feasible for any scenario realization.” (p.663)

Als eerste kan een *single objective* optimalisatieprobleem worden beschreven. In deze problemen wordt maar één doelstelling geoptimaliseerd. Binnen deze *single objective* optimalisatie wordt vaak het concept van minmax of stikte robuustheid aangehaald (Ide en Shöbel, 2015). Binnen het onderzoek van Ben-Tal en Nemorovski (1998) wordt zo een *single objective* optimalisatieprobleem teruggevonden.

$$(p_{\zeta}) \quad \min_{x \in \mathbb{R}^n} f(x, \xi)$$

$$\text{s.t. } F(x, \xi) \in K \subset \mathbb{R}^m$$

waar

- $\xi \in \mathbb{R}^M$  is het element van data van het probleem;
- $\xi \in \mathbb{R}^M$  is het element van data van het probleem;
- De dimensies  $n$ ,  $m$ ,  $M$ , de mappen  $f(*,*)$ ,  $F(*,*)$  en de convexe  $K$  zijn structurele elementen van het probleem.

Het onderzoek van ide en Shöbel (2015) geeft aan dat bij robuustheid bij de toelaatbare set  $\chi$  vervangen wordt door een set van oplossingen die toelaatbaar zijn voor ieder afhankelijk scenario. Een onzeker multi-objective optimalisatie probleem kan genoteerd worden als volgend:

$$P(\mu) = (P(\xi), \xi \in \mu)$$

Een assumptie die van te voren genomen wordt, is  $f : \chi \times \mu \mapsto \mathbb{R}^k$  geeft de verschillende scenario's weer in  $\mu$  die een invloed hebben op de waarden van  $f$ . Waarbij  $\chi$  staat voor een set van toelaatbare oplossingen voor ieder mogelijk scenario. De  $P$  staat voor de robuustheid die onderzocht wordt binnen de formule.

Deze bovenstaande formule kan gedefinieerd worden als een groep van parameters problemen:

$$P(\xi) \min f(x, \xi) \text{ s.t. } x \in \chi$$

$$\text{where } f : \chi \times \mu \mapsto \mathbb{R}^k \text{ en } \chi \subseteq \mathbb{R}^n$$

Het onderzoek van Giuliani en Castelletti (2016) haalt een algemene definitie aan rond robuuste beslissingen bij gedragingen van mensen in onzekere omgevingen:

"a robust decision is a decision that is as much as possible insensitive to a large degree of uncertainty and ensures certain performance across multiple plausible futures." (Giuliani en Castelletti, 2016, p.409)

Binnen hetzelfde onderzoek van Giuliani en Castelletti (2016) worden vijf klassieke, verschillende definities van robuuste maatstaven geformuleerd voor een maximalisatie probleem onder enige onzekerheid. De prestatie zal onderzocht worden via  $f(a, \omega)$ , waar een alternatief van  $a$  zal afhangen van de status van de omgeving  $\omega \in \Xi$ . Deze  $\Xi$  staat binnen dit onderzoek voor een set van waarden die de alternatieven kunnen aannemen.

- 1) Een eerste maatstaf die onderzocht zal worden is deze van Wald (1950) (uit Giuliani en Castelletti, 2016). Deze focust op de slechts mogelijke prestaties van ieder alternatief. Voor ieder alternatief is een zeker prestatieniveau vereist. Deze maatstaf zal zijn  $a^*$  bepalen zodat:

$$a^* = \arg \max_a (\min_{\Xi} f(a, \omega))$$

- 2) Een tweede maatstaf die wordt aangehaald binnen het onderzoek van Giuliani en Castelletti (2016) is het zogenaamd *maximax* maatstaf. Deze methode legt de focus op de best mogelijke prestatie van ieder alternatief en selecteert dan een alternatief  $a^*$

$$a^* = \arg \max_a (\max_{\Xi} f(a, \omega))$$

- 3) Een derde regel die aangehaald zal worden in het onderzoek van Giuliani en Castelletti (2016) is een de zogenaamde *optimism-pessimism* regel. Binnen deze regel wordt een gemiddeld gewicht (tussen 0 en 1) gegeven aan zowel de pessimistische en de optimistische prestaties. Deze maatstaf zal een alternatief  $a^*$  selecteren:

$$a^* = \arg \max_a (\alpha \min_{\Xi} f(a, \omega) + (1 - \alpha) \max_{\Xi} f(a, \omega))$$

- 4) Een vierde maatstaf die aangehaald zal worden is de zogenaamde *minimax regret* maatstaf van Savage (1951) (uit Giuliani en Castelletti, 2016). Om deze methode te begrijpen zal de term *regret* moeten worden verduidelijkt. Onder *regret* verstaan de onderzoekers het



verschil tussen de prestatie die zal komen van het beste alternatief gegeven dat  $w_j$  is de werkelijke van de omgeving en de prestatie van  $a$  onder  $w_j$  is :

$$r_j(a) = \max_a(f(a, \omega_j)) - f(a, \omega_j)$$

Als dit bepaald is dan moet een alternatief  $a^*$  via een pessimistische benadering geselecteerd worden. Dit door het minimaliseren van het maximale regret tussen de verschillende staten van de wereld:

$$a^* = \operatorname{argmin}_a (\max_{\xi} r(a))$$

Het onderzoek van Ide en Shöbel (2015) worden ook een minmax robuuste efficiëntie aangehaald. Dit noteerde het onderzoek van (Ben-Tal et al, 2009) als volgend:

$$\min_{\xi \in \mu}^{\sup} f(x, \xi) \quad \text{s.t. } x \in \chi$$

Binnen deze formule zal dan de zogenaamde 'worst case' van de doelstellingsfunctie onder alle mogelijke scenario's worden geminimaliseerd.

- 5) Als laatste element zal het *principle of insufficient reason* van Laplace (1951) (uit Giuliani en Castelleti, 2016) worden aangehaald, de redenering achter dit principe is dat men aan het voorkomen van de verschillende toestanden van de omgeving een zekere kans zullen aanwijzen. Hierop kan een beslissingsnemende model worden opgebouwd.

$$a^* = \operatorname{argmax}_a \left( \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n f(a, \omega_j) \right)$$

Via deze bovenstaande elementen wordt een spectrum gegeneerd van attitudes, om zo rekening te houden met alle mogelijke gedragingen van een model. Dit kan gelinkt worden aan de beslissingen die genomen moeten worden in de periode net na een natuurramp. Waar ook rekening gehouden zal moeten worden met verschillende scenario's.

Robuustheid werd hierboven besproken in verschillende domeinen, zoals statistiek, optimalisatiemodellen en robuuste beslissingen in een veranderende omgeving. Algemeen komt de volgende algemene definitie wel terug om robuustheid te omschrijven:

"The term solution robust is used if the solution remains 'close' to optimal for all scenarios that represent the presence of an agitated situation." (Janssens et al., 2015) (p.663)

## **4.2 Vehicle Routing Problem**

Hierboven werd de robuustheid besproken in enkele domeinen. Binnen dit deelhoofdstuk wordt getracht deze robuustheid voor een eerste keer binnen deze masterproef te linken aan logistieke rittenplanning. Maar vooraleer naar robuustheid toegewerkt kan worden, moet eerst het algemene rittenplanningsmodel worden beschreven.

*Vehicle routing problems*, ofwel kortweg VRPs genoemd, zijn een klasse van combinatorische problemen die vaak gebruikt worden door operationele onderzoekers (Janssens et al., 2015). De doelstelling van VR problemen is om ritten te plannen binnen een zeker model. De populariteit van deze specifieke methode is dat het praktisch gerelateerd is. Binnen het wetenschappelijk onderzoek van Janssens et al. (2015) wordt een algemene definitie gegeven van een *vehicle routing problem*:

“ A combinatorial optimization and integer programming problem looking to service (pick-up or delivery of goods) a number of customers with a predetermined fleet of vehicles.”  
(p.683)

De doelstelling binnen deze *vehicle routing problems* is om een tour of pad te vinden die de doelstellingsfunctie optimaliseren (Sörensen, 2003). Binnen deze doelstellingsfunctie is het normaal de bedoeling om de totale kosten te minimaliseren. Deze doelstelling kan uitgedrukt worden in termen van enerzijds totale afstand of totale reistijd en anderzijds het totaal aantal voertuigen (Janssens et al., 2015). Het minimaliseren van een combinatie kan natuurlijk ook, waarbij dus de som van vaste en variabele kosten geminimaliseerd wordt. Een overzicht van VRP die winsten willen optimaliseren, wordt teruggevonden in het onderzoek van Feillet, Dejax en Gendreau (2005):

- *Profitable tour problem* (PTP): doelstelling van deze is om tegelijk een rit te plannen die reiskosten minimaliseert en de totale winst maximaliseert.
- *Orienteering problem* (OP): doelstelling van deze methode is om de totale winst te maximaliseren, waarbij de kosten een vooraf bepaald maximum niet overschrijden.
- *Prize-collecting TSP* (PCTSP): hier wordt de totale winst beschreven als een beperking, de winst mag niet kleiner zijn dan deze vooraf bepaalde winst.

VRP kan echter verschillende soorten of zogenaamde extensies bevatten waar enkele andere elementen anders zijn. Het wetenschappelijk onderzoek van Toth en Vigo (2002) gaat hierop dieper in. Volgens dit onderzoek kan voornamelijk gekeken worden naar vier grote extensie van deze VRPs:

- *Distance-constrained VRP*: de capaciteitsbeperking van een route wordt vervangen of gecombineerd met een maximale afstand of tijd van een route.
- VRP met *time windows*: hierbij wordt een tijdsinterval (*time window*), gedefinieerd met een onder- en bovengrens en een servicetijd die bepaald kan worden voor iedere afzonderlijke klant.
- VRP met *backhauls*: binnen dit VR probleem wordt een set van klanten verdeeld in twee subsets, enerzijds de *line-haul* klanten en anderzijds de *backhaul* klanten. *Line-haul* klanten wordt een zekere producthoeveelheid geleverd en worden als eerste bediend. *Backhaul* klanten worden bediend na de *line-haul* klanten.
- *Pick-up en delivery*: iedere klant wordt geassocieerd met een producthoeveelheid die moet geleverd worden en een producthoeveelheid die opgepikt moet worden.

Robuustheid binnen *Vehicle routing problems* moet worden onderzocht. Het kan gaan over een oplossingsmethode die robuust is, dit is bijvoorbeeld het bereiken van oplossingen dicht bij

optimale oplossingen voor verschillende soorten van *Vehicle routing problems*. Binnen VRPs kan robuustheid worden beschreven via de verschillende afzonderlijke componenten van VRP. Bijvoorbeeld voor management van de vloot voertuigen wordt robuustheid onderzocht via twee bronnen van onzekerheid: enerzijds de toekomstige vraag en anderzijds de productiviteit van de voertuigen (List, Wood, Nozick, Turnquist, Jones, Kjelgaard en Lawton, 2002). Binnen dit kader van de masterproef wordt de robuustheid onderzocht via het vergroten van de afstanden. Met het vergroten van de afstand wordt de moeilijkere bereikbaarheid van een zeker gebied gesimuleerd net na een natuurramp.

## 4.2.1 Opbouw model

### 4.2.1.1 Heuristiek

De methode die hier wordt toegepast, is een *vehicle routing problem with time windows* met *pick-up en delivery*. Deze methode kan verder onderverdeeld worden in verschillende soorten, bijvoorbeeld als eerste kan het zijn van eerst *delivery* en dan de *pickups* als tweede (Kachitvichyanukul, Sombuntham en Kunnapapdeelert, 2015). Een tweede onderverdeling die teruggevonden kan worden is deze van gemengde *pickups* en *deliveries*. Een laatste onderverdeling die wordt teruggevonden is deze van gelijktijdige *pickups* en *deliveries*.

De gebruikte methodologie binnen de hier uitgevoerde toepassing wordt teruggevonden in het wetenschappelijk onderzoek van Caris en Janssens (2010). Binnen deze toepassing wordt gebruikt gemaakt van het algoritme van *deterministic annealing* (DA) voor het uitvoeren van een efficiënte rittenplanning. *Deterministic annealing* is een post-optimalisatie fase om oplossingen die gevonden werden via een *multistart* lokale zoek heuristiek te verbeteren (Caris en Janssens, 2010). Via het onderzoek van Dueck en Scheuer (1990) (uit Caris en Janssens, 2010) wordt deze DA gelijkgesteld als een deterministische variant van *simulated annealing* (SA). Binnen dit algoritme van SA wordt in iedere stap een nieuwe oplossing  $S'$  gegenereerd in de nabije omgeving van de huidige oplossing  $S$ . Als deze  $S'$  een betere waarde heeft binnen de doelstellingsfunctie, wordt deze nieuwe oplossing automatisch geaccepteerd (Caris en Janssens, 2010). Indien deze nieuwe oplossing ( $S'$ ) een slechtere oplossing geeft voor de doelstellingsfunctie, wordt deze oplossing enkel aanvaardt met een zekere kans. Deze kans kan aangeduid worden via volgende formule  $e^{-\frac{\Delta}{T}}$ , waar de kans enerzijds afhangt van de verandering van de doelstellingswaarde ( $\Delta = C(S') - C(S)$ ) en anderzijds een parameter  $T$ . De parameter  $T$  wordt iedere iteratie geüpdate via een zeker *annealing* schema. In het begin van het uitvoeren van het algoritme is een hogere kans voor het accepteren van slechtere oplossingen, naarmate de tijd vordert, worden enkel verbeteringen geaccepteerd (Caris en Janssens, 2010). Op deze methode is wel kritiek terug te vinden, omdat de oplossingen van deze SA zeer sensitief is voor het gekozen *annealing* schema. *Deterministic annealing* heeft een andere regel bij het vinden van slechtere oplossingen. DA zal oplossingen met een slechtere waarde van de doelstellingsfunctie accepteren als de verslechtering  $\Delta = C(S') - C(S)$  minder gaat bedragen dan de waarde van parameter  $T$ . Routes worden gezocht in een vaste volgorde, maar bij het begin van iedere iteratie wordt het startpunt steeds random gekozen. Binnen DA wordt de

waarde van een parameter maximaal in waarde gezet ( $T_{max}$ ). Bij iedere iteratie waarin geen verbetering gevonden wordt, gaat T iedere keer in waarde dalen met een zekere  $\Delta T$  eenheden. Als deze parameter een waarde van 0 bereikt, wordt de waarde teruggezet naar een zekere waarde  $r * T_{max}$ , waar  $r$  een waarde is tussen 0 en 1 (Caris en Janssens, 2010). Indien na een aantal vooraf bepaalde iteraties geen verbeteringen meer worden gevonden en parameter T de waarde 0 weer eens bereikt. Dan kan het algoritme weer eens herstarten van de beste oplossing tot nu toe  $S_{best}$ . Het proces van DA wordt herhaald tot een vooraf bepaald iteraties zonder verbetering van de beste oplossing bereikt wordt.

#### 4.2.1.2 robuustheid binnen deze toepassing

Binnen deelhoofdstuk 4.1 werden algemene termen gegeven rond robuustheid, dit was om een meer algemene achtergrond te schetsen van robuustheid. Natuurlijk moet deze robuustheid meer gelinkt worden aan het *vehicle routing problem*. Hiervoor kan zeker als eerste, het eerder aangehaalde *minmax* optimalisatieprobleem worden aangehaald. Binnen het onderzoek van Janssens et al. (2015) wordt dit als volgend geformuleerd, om de oplossing te vinden die het beste *worst-case* prestatie heeft:

$$\min_{x \in X} \max_{s \in S} F(x, S)$$

- $S$  is een set van mogelijke scenario's
- $x$  geeft een oplossing weer onder een bepaald scenario

De prestatiefunctie die  $F(x, S)$  van waarden voorziet, wordt via onderstaande formule weergegeven:

$$Z_s = f(X_s^*, t_s) = \min_{X \in F_s} f(X, t_s)$$

- $X$  is een beslissingsvariabele
- $t_s$  is een set van afstanden
- $X_s^*$  stelt de optimale oplossing voor met een minimale afstand

Op basis van het bovenstaande wordt de robuustheid binnen dit model onderzocht. Het werken Kouvelis en Yu (1997) geeft drie verschillende manieren hoe robuustheid onderzocht moet worden.

- 1) De eerste manier die hier wordt aangehaald is deze van *absolute robustness solution* ( $X_A$ ), hierbij wordt de maximale afstand geminimaliseerd.  $t_s$  is hier een set van afstanden onder verschillende scenario's  $s$ .  $F_s$  is een set van alle mogelijke oplossingen voor alle scenario's.

$$Z_a = \max_{s \in S} f(X_A, t_s) = \min_{X \in \bigcap_{s \in S} F_s} \max_{s \in S} f(X, t_s)$$

- 2) Een tweede manier die robuustheid onderzoekt, is de zogenaamde *robust deviation solution* ( $X_D$ ). Deze kan gedefinieerd worden als het *best worst case deviation* van de optimale oplossing.

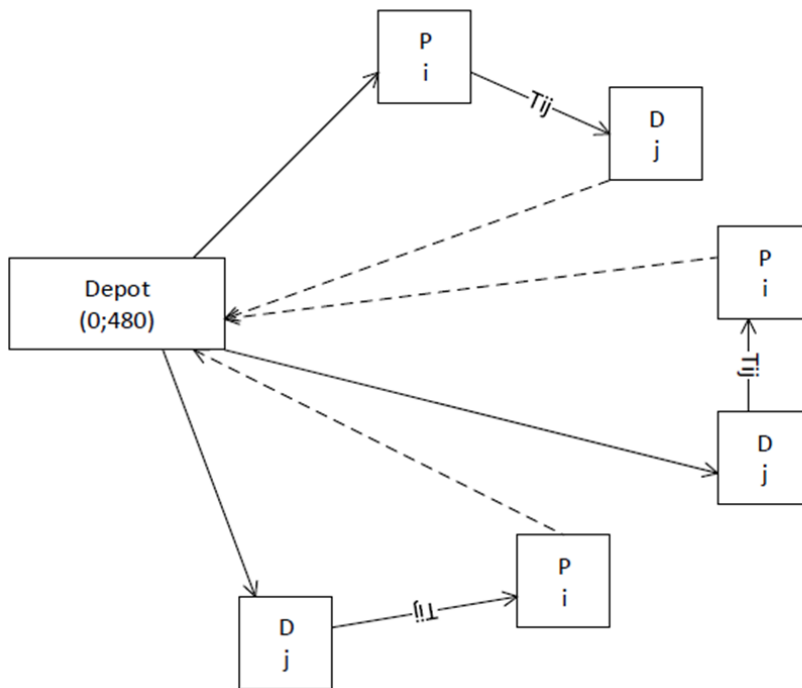
$$Z_D = \max_{s \in S} f(X_D, t_s) - f(X_s^*, t_s) = \min_{X \in \bigcap_{s \in S} F_s} \max_{s \in S} f(X, t_s) - f(X_s^*, t_s)$$

- 3) Een laatste manier die binnen het onderzoek wordt aangehaald, is deze zogenaamde *relative robustness solution* ( $X_R$ ). Hierbij zal het beste *worst case* percentage van de optimale oplossing geven, via onderstaande formule:

$$Z_R = \max_{s \in S} \frac{f(X_R, t_s) - f(X_s^*, t_s)}{f(X_s^*, t_s)} = \min_{X \in \bigcap_{s \in S} F_s} \max_{s \in S} \frac{f(X, t_s) - f(X_s^*, t_s)}{f(X_s^*, t_s)}$$

Tot nu werd onderzocht hoe verder in dit hoofdstuk de robuustheid onderzocht kan worden, eenmaal de gevalstudie is toegepast. In het volgende gedeelte worden de gegevens en de omgeving van de toepassing besproken.

#### 4.2.1.3 inputgegevens van het optimalisatiemodel



**Figuur 5: Grafische voorstelling van een VRP oplossing**

In figuur 5 wordt een concept van het hier uitgevoerde VR-probleem weergegeven, let wel dit is maar een verkorte afbeelding. Binnen het effectieve model is namelijk sprake van 50 *pick-ups* en 50 *delivery's*. Een maximaal van twee punten kan bezocht worden: eerst een *delivery* gevolgd door een *pickup*. Als eerst vanuit een depot een *pickup* wordt uitgeleverd, moet rechtstreeks vanuit deze *pickup* naar het depot worden teruggekeerd. Na het bezoeken van deze twee punten moet worden teruggekeerd naar het depot. Per *pick-up* of een *delivery* is een service tijd ingevoerd van acht minuten, dit is de tijd nodig om de lading te plaatsen in een truck of deze truck te ontladen. Een vaste kost voor het aantal geplande trucks wordt meegerekend binnen het rittenplanningsmodel. Iedere *pick-up* en *delivery* punt krijgt binnen deze toepassing een zekere *time window* mee, waarin de gevraagde dienst geleverd moet worden. Het depot krijgt ook een zeker tijdsvenster mee waarin het depot open is, deze bedraagt binnen dit optimalisatieprobleem acht uur. Een definitie voor een *time window* wordt teruggevonden in het onderzoek van Janssens et al. (2015):

“An interval in time during which an activity van or must take place. In the case of routing problems with delivery of goods mostly it relates to the event of start of delivery. In some cases however the end of the activity also needs to dale within the interval.” (P. 683)

De gegevens die hierboven gesteld worden voor de toepassing van het voorbeeld, worden kort samengevat binnen onderstaande tabel 2.

**Tabel 2: Gegevens voorbeeld VRP**

Gegevens voorbeeld VRP	
Aantal pickups	50
Aantal deliveries	50
Aantal trucks	70
Vaste kost per truck	10
Service time (minuten)	8
Depot window (minuten)	480

Een bijkomende assumptie die wordt genomen binnen deze toepassing is dat de vloot van voertuigen homogeen is, dit betekent dat alle voertuigen identiek zijn. Dit wordt in het onderzoek van Caris en Janssens (2010) bedoeld met de term *full-truckload*. Deze term bepaalt daarbij dat per pick-up of delivery steeds één gehele lading wordt opgehaald of afgezet, meerdere ladingen kunnen niet in één truck samengesteld worden.

Buiten dit alles moeten de volgende gegevens bepaald worden: de afstanden tussen ieder apart knooppunt aanduiden, maar tevens de afstand tussen ieder knooppunt (delivery en pick-up) en het depot. Binnen een toepassing wordt een afstandsmatrix gebruikt die instaat voor al deze afstanden tussen een delivery en een pick-up en het depot.

## **4.2.2 Optimalisatiemodel**

### **4.2.2.1 basismodel**

Als we dit bovenstaande proces runnen met behulp van de bovenstaande methode van *deterministic annealing* en met de gegevens van tabel 2 wordt de volgende, optimale rittenplanning bekomen. Deze optimale rittenplanning wordt teruggevonden in onderstaande afbeelding 6, waarbij geen sprake is van enige onzekerheid. Binnen de meest optimale rittenplanning worden negen ritten gepland met een totale kost van 4294. Binnen het verder verloop van deze toepassing wordt echter niet meer gebruik gemaakt van de totale kost, maar met de som van de reistijden tussen de verschillen *pickups* en leverpunten. Dit komt omdat geen informatie beschikbaar is rond de wachttijden binnen deze toepassing. Daarom worden deze totale kosten niet mee opgenomen. Binnen het basisscenario bedraagt de som van deze reistijden 3137. Binnen dit basisscenario wordt geen rekening gehouden met enige vertragingen door beschadigingen aan het netwerk door de gebeurtenis van een natuurramp. Dit betekent echter niet dat dit de optimale waarde is voor de som van reistijden, omdat de oplossingen berekend worden via een heuristiek.

DEPOT - D29 - P32 - D32 - P12 - D43 - P43 - D33 - P47 - D13 - D0 - P33 - D20 - P20 - DEPOT  
 DEPOT - D39 - P36 - D4 - P28 - D24 - P30 - D18 - P19 - D22 - P7 - D41 - P11 - D31 - P34 - DEPOT  
 DEPOT - D47 - P17 - D44 - P49 - D46 - P37 - D8 - D14 - P39 - D7 - P31 - P21 - D38 - P15 - DEPOT  
 DEPOT - D6 - P45 - D1 - P23 - D10 - P22 - D23 - P14 - D5 - P35 - D9 - P2 - D26 - P0 - DEPOT  
 DEPOT - D42 - P5 - D17 - P1 - D3 - P42 - D12 - P38 - P18 - D48 - P6 - DEPOT  
 DEPOT - D35 - P24 - D30 - P27 - D49 - P3 - D16 - P40 - D2 - P29 - D25 - P41 - DEPOT  
 DEPOT - D11 - P26 - D36 - P8 - D19 - P25 - D28 - P44 - P13 - D21 - P46 - DEPOT  
 DEPOT - D40 - P16 - D15 - D37 - P4 - D34 - P10 - DEPOT  
 DEPOT - D27 - P9 - D45 - P48 - DEPOT

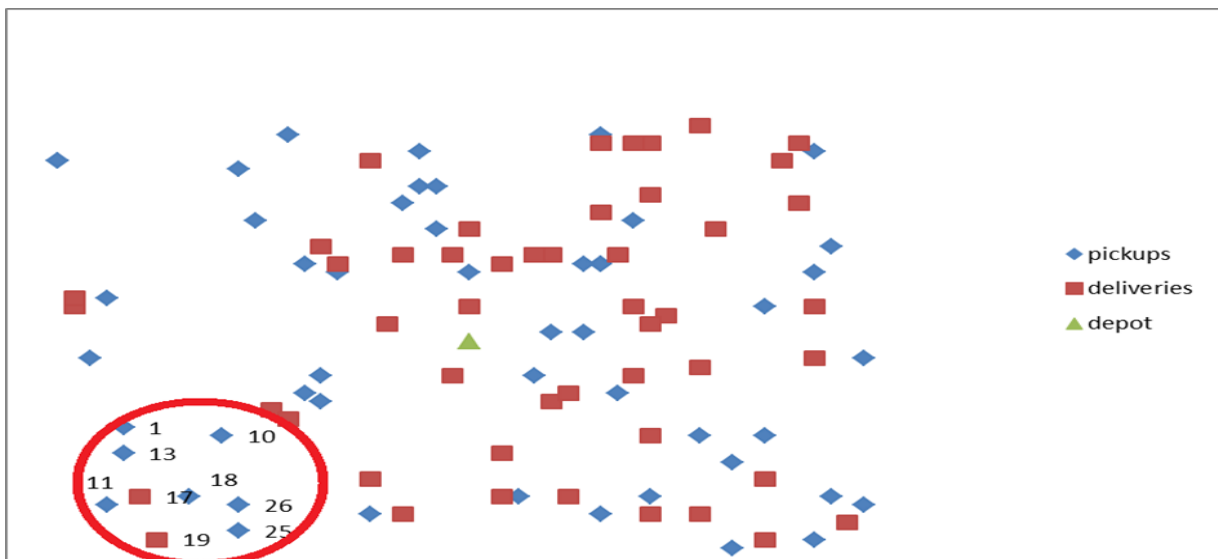
**Figuur 6: Oplossing van een rittenplanningsprobleem**

#### 4.2.2.2 robuustheid in de praktijk

In het volgende gedeelte worden scenario's gecreëerd met een hogere mate van onzekerheid. Deze hogere onzekerheid wordt binnen deze organisatie bekomen via een overstroming. Door deze overstroming wordt een bepaald gebied moeilijker bereikbaar. Het gebied dat getroffen wordt door een overstroming is weergegeven in onderstaande figuur 7. Binnen deze situatie wordt verondersteld dat zeven *pickups* en twee *deliveries* getroffen worden. Deze getroffen knooppunten zijn terug te vinden in de rode cirkel binnen onderstaande figuur 7. Stelselmatig worden de afstanden per scenario verhoogd voor deze specifieke *pickups* en *deliveries*, om aldus een stijging in reistijd naar deze knooppunten te bekomen. Verschillende scenario's worden onderzocht, waarbij de afstanden in stappen van tien procent van de geselecteerde knooppunten worden verhoogd. Voor ieder scenario wordt een zekere rittenplanning gevonden via het optimalisatiemodel. Hierbij worden alle gegevens uit de afstandenmatrix ingegeven in ieder mogelijk scenario. Dit wordt voorgesteld via notatie:

*Prestatie<sub>i</sub> | scenario i*

- $i = \text{basis}, 2, 3, 4, 5, 6$



**Figuur 7: Aanduiding van het getroffen gebied**

De resultaten worden teruggevonden in de onderstaande tabel 3. De totale prestaties van de reizen worden berekend aan de hand van de afstanden tussen de verschillende *pickups* en *deliveries* en

de afstanden tussen deze en het depot. Voor het bepalen van de kosten van de afstanden tussen deze knooppunten wordt een zekere kostfactor meegerekend via onderstaande formule:

$$distance\ cost = routeservice\ [i][j] * \frac{4}{3}$$

De factor van 4/3 wordt zeer vaak gebruikt om de afstand via wegen te bekomen. De routerservice wordt berekend via de Euclidische afstanden tussen twee punten in een vlak.

Vaste kosten zijn voor elke rittenplanning onder ieder scenario is gelijk aan 90, dit betekent dat een vaste kost van 10 per uitgezonden voertuig wordt meegerekend. Enerzijds de afstandskosten, deze worden zoals eerder aangehaald via de bovenstaande formule berekend. Deze afstandskosten worden teruggevonden in de kolom van variabele kosten in tabel 2.

Nu kunnen de resultaten uit onderstaande tabel 3 (6\*6 matrix) verder onderzocht worden op basis van de eerste manier om robuustheid te onderzoeken. De *absolute robustness* oplossing werd theoretisch beschreven onder puntje 4.2.1.2. Algemeen is de bedoeling binnen deze methode om de maximale reistijd te minimaliseren per scenario. Per kolom wordt in de onderstaande tabel de gegevens van de afstandsmatrix gegeven. Per rij vinden we de prestaties per rittenplanning terug voor alle gegevens. In de laatste kolom wordt per rittenplanning de maximale prestatie (reistijd) weergegeven. Volgens de bovenstaande definitie van *absolute robustness* moet het minimum van deze maximale prestaties worden gezocht. Dit minimum kan worden teruggevonden in het vet binnen de laatste kolom. Dus de meest robuuste oplossing volgens dit robuuste criteria is rittenplanning 2 met de gegevens uit de afstandsmatrix van scenario 6, met een totale reistijd 3331.

**Tabel 3: Absolute robustness solution**

Gegevens Rittenplanning	Basisscenario	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5	Scenario 6	Max
Prestatie basis	3137	3181	3218	3267	3311	3354	3354
Prestatie 2	3109	3154	3238	3245	3290	3331	<b>3331</b>
Prestatie 3	3100	3142	3181	3226	3268	3337	3337
Prestatie 4	3159	3202	3281	3279	3335	3377	3377
Prestatie 5	3151	3207	3231	3281	3325	3359	3359
Prestatie 6	3145	3188	3224	3273	3315	3358	3358
Min	3100	3142	3181	3226	3268	3331	

Een tweede manier die aangehaald wordt om robuustheid binnen het *vehicle routing problem* te onderzoeken is de zogenaamde *robust deviation* oplossing. De formule voor het bekomen van deze oplossing wordt teruggevonden hierboven in het deeltje 4.2.1.2. Algemeen kan worden gesteld dat het beste van het *worst case* wordt onderzocht via de afwijking ten opzichte van de optimale waarde. Deze optimale waarde wordt vastgesteld per kolom in bovenstaande tabel 3. Eenmaal deze vastgesteld wordt iedere waarde binnen de tabel verminderd met deze optimale waarde die vastgesteld werd per scenario. Het resultaat wordt teruggevonden in tabel 4. In deze tabel wordt



per rittenplanning weer een maximale waarde gezocht, dit is terug te vinden in de laatste kolom in tabel 4. Van deze maximale waarden wordt opnieuw de minimale waarde gezocht. De meest robuuste oplossing onder deze manier wordt gevonden via de combinatie van rittenplanning 3 en scenario 6 met een waarde van 5. Dit is dus het minimum van de maximale afwijking van de optimale waarde per kolom.

**Tabel 4: Robust deviation**

Gegevens Rittenplanning	Basisscenario	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5	Scenario 6	Max
Prestatie basis	37	39	37	41	43	23	43
Prestatie 2	9	12	57	19	22	0	57
Prestatie 3	0	0	0	0	0	5	<b>5</b>
Prestatie 4	59	60	100	53	67	46	100
Prestatie 5	51	65	51	55	57	28	65
Prestatie 6	45	46	43	47	47	27	47

Binnen het deeltje 4.2.1.2 werd nog een derde criterium aangehaald voor het analyseren van robuustheid binnen deze toepassing. Deze manier, met de naam *relative robustness solution*, geeft via een percentage de afwijking van het beste *worst case* van de optimale waarden weer. Binnen deze manier wordt de minimale waarde gebruikt per kolom uit tabel 4. Deze minimale waarde per kolom wordt gebruikt om iedere waarde (reistijd) in tabel 3 te delen. De bekomen waarde worden teruggevonden in tabel 5. Per rittenplanning wordt in de onderstaande tabel weer het maximum gezocht. Deze maximale waarde kan worden teruggevonden in de laatste kolom. Nu wordt zoals in de formule onder deeltje 4.2.1.2 de minimale waarde bepaald van deze maximale reistijden. Binnen de tabel wordt dan de waarde, voldaan aan deze voorwaarden, teruggevonden in de combinatie van rittenplanning 3 met de gegevens van de afstandsmatrix uit scenario 6. Het percentage dat hiermee overeenstemt is 0.16%, wat de robuuste oplossing is onder dit criterium.

**Tabel 5: Relative robustness solution**

Gegevens Rittenplanning	Basisscenario	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5	Scenario 6	Max
Prestatie basis	1,20%	1,23%	1,16%	1,28%	1,31%	0,68%	1,31%
Prestatie 2	0,30%	0,39%	1,79%	0,57%	0,66%	0,00%	1,79%
Prestatie 3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,16%	<b>0,16%</b>
Prestatie 4	1,89%	1,92%	3,15%	1,66%	2,05%	1,38%	3,15%
Prestatie 5	1,63%	2,08%	1,59%	1,72%	1,75%	0,83%	2,08%
Prestatie 6	1,46%	1,46%	1,36%	1,45%	1,45%	0,80%	1,46%

### **4.2.1 Conclusie**

Binnen dit deelhoofdstuk werd *vehicle routing problem* toegepast met een link naar robuustheid toe. Als eerste werd echter het domein van robuustheid geschetst door robuustheid in verschillende omgevingen weer te geven. Nadat hier een duidelijk beeld rond de robuustheid bestond, werd de toepassing van een *vehicle routing problem* uitgespit. Per scenario werden de afstanden van de geselecteerde knooppunten met 10 procent verhoogd. Voor het evalueren van robuustheid werden drie robuuste maatstaven toegepast: *absolute robustness*, *robust deviation* en *relative robustness*. Voor *absolute robustness* werd de combinatie van rittenplanning 6 met de inputgegevens van scenario 6 als oplossing gevonden. Voor het criteria van *robust deviation* werd de combinatie van rittenplanning 3 met de inputgegevens van scenario 6 als oplossing gevonden. Voor het criterium 3, *relative robustness*, wordt de oplossing gevonden via een combinatie van rittenplanning 3 met de inputgegevens van scenario 6. Binnen deze maatstaf wordt de oplossing, die een combinatie tussen de rittenplanning van alternatief 2 en de gegevens uit alternatief 6, als meest robuuste oplossing gevonden. Via deze drie methoden werd de robuustheid besproken binnen deze gebruikte toepassing van het *vehicle routing problem*. Deze oplossingen, waar een minimale waarde van het worst-case scenario moest worden gevonden, liggen in de lijn van de verwachtingen. Dit omdat de inputgegevens van de afstandsmatrix van scenario 6 de hoogste waarden hebben, is het logisch dat in iedere combinatie van oplossingen scenario 6 terug te vinden is.

### **4.3 VRP met selectie**

In de bovenstaande methode van het *vehicle routing problem*, werd geen rekening gehouden met knooppunten die verplicht bediend moesten worden. Alle knooppunten werden immers in bovenstaande toepassing bediend. Binnen deze toepassing is het de bedoeling om de winst te maximaliseren en op basis van deze gedachtegang zal een selectie worden gemaakt van klanten. Dit is ook anders dan de toepassing van hierboven, waar de kosten geminimaliseerd werden. Binnen deze methode wordt wel een rittenplanning onderzocht met een aantal knooppunten die verplicht bediend moeten worden binnen het getroffen gebied. Het uitvoeren van een efficiënte rittenplanning net na het plaatsvinden van een natuurramp heeft te maken met verschillende planningsproblemen, waarmee rekening gehouden moet worden. Deze problemen kunnen het aanwijzen van personeel naar de beschikbare transportvoertuigen omvatten, maar ook de voorbereiding van de activiteiten van de toekomstige planningsperiode (Ramaekers, Caris, Janssens en Maes, 2015). Een derde beslissing is het plannen van diensten voor de fases van *pick-up* en *delivery*. Binnen het onderzoek van Ramaekers, Janssens en Maes (2015) wordt besproken hoe logistieke planners kunnen beslissen op een transportaanvraag. Enerzijds moet per transportaanvraag beslist worden of deze uitgevoerd zal worden en anderzijds moet beslist worden via welke methode deze aanvraag wordt uitgevoerd. Twee soorten methoden worden besproken, aan de ene kant is dit via eigen middelen en anderzijds via externe vervoersbedrijven. Volgens het onderzoek van Ramaekers et al. (2015) moet de rittenplanner de volgorde van *pickups* en *deliveries* zo plannen om het gebruik van voertuigen te optimaliseren gegeven de beperking van

tijd en capaciteit. Het niet vervullen van alle uitstaande orders is een assumptie die het model realistischer maakt ten opzichte van het vorige hoofdstuk.

Binnen de hier uitgevoerde toepassing wordt als doelstelling genomen om de winst te maximaliseren. Om de winst te maximaliseren moet de rittenplanner zekere orders groeperen en hierbij een optimale volgorde creëren van gepaarde *pickup* en *delivery* taken (Ramaekers et al., 2015). Soms worden niet-winstgevende orders geaccepteerd, dit kan door concurrentie of lange termijn relatie met sommige klanten. Binnen deze toepassing wordt echter hiermee geen rekening gehouden.

Schönberger (2005) haalt twee verschillende soorten *requests* aan:

- *Tactical requests*: dit zijn zogenaamde accepteringsproblemen, waarbij een algemene beslissing wordt genomen rond de toekomstige acceptaties van verschillende *requests*. Bij deze methode wordt dus rekening gehouden met investeringen op middellange termijn, die komen uit het accepteren van zekere *requests* op de lange termijn.
- *Operational request* geeft aan dat als een order niet geaccepteerd wordt, alle orders van deze klant verloren kunnen gaan.

Binnen de literatuur wordt enkel rittenplanning bestudeert via orders voor verkopen, dus in het bedrijfsleven. Deze orders moeten wel eerst geplaatst worden in de context van deze masterproef. Deze orders kunnen in deze context gezien worden als mensen die in nood zijn. Natuurlijk kan hier een zeker gewicht van belangrijkheid of urgentie aan deze slachtoffers worden gegeven. Sommige slachtoffers zijn natuurlijk meer kritiek dan andere. Het is dan zeer logisch om de meer kritieke slachtoffers eerst in te plannen. Dit zijn de orders die ofwel verplicht bediend moeten worden ofwel eerder dan de rest bediend moeten worden. Kijkend naar *time windows*, kunnen deze meer dringende orders als eerste staan met een lagere *early start*, en alsook met een lagere *late stage*. Dit wordt zo ingesteld opdat je deze leverpunten als eerste gaat bedienen. Natuurlijk kan ook in plaats van slachtoffers te redden uit het gebied, een andere link worden gelegd naar bijvoorbeeld het plannen van ritten voor hulpgoederen naar getroffen gebieden. Hierbij kan dit verschil betekenen dat het ene gebied een belangrijkere ligging heeft dan een ander gebied of dat het ene gebied meer nood heeft aan de hulpgoederen dan sommige andere gebieden. Het belangrijkere gebied zal dan eerst ritten gepland krijgen.

### **4.3.1 Opbouw model**

#### **4.3.1.1 doelfunctie en beperkingen**

Hierboven werd eerder een theoretisch en contextueel overzicht vanuit de literatuur aangehaald hoe deze wetenschappelijke onderzoeken gebruik maken van *vehicle routing problem* via *pickup* en *delivery* met zekere *compulsory requests*.

Als we nu het specifieke, toegepaste model onderzoeken moet het onderzoek van Ramaekers et al. (2015) erbij worden gehaald. Binnen dit model moet worden gesteld dat niet alle orders voltooid

moeten worden, het voldoen van ieder order leidt wel tot een zekere opbrengst. Voor iedere zogenaamde order is een zeker *time window* ingesteld, waarbinnen dit order vervuld moet worden. *Less-than-truckload* is een assumptie die verondersteld wordt binnen deze toepassing. *Pickup* zal steeds een *delivery* moeten voorafgaan en iedere *pickup* en *delivery* moet gepresteerd worden door hetzelfde voertuig. De capaciteit van de voertuigen is dezelfde voor alle voertuigen in de vloot, ieder voertuig zal starten en aankomen in het depot. Binnen dit depot worden zekere orders in het voertuig gezet en dan geleverd aan de bijhorende *deliveries*. De doelstellingsfunctie voor de toepassing die hier onderzocht wordt is als volgend:

$$profit = \max[Revenue - Cost]$$

De totale winst kan gevonden worden door als eerste de totale opbrengsten in meer detail te analyseren.

$$rev_{tot} = \sum_{k \in K} \sum_{i \in P} rev_i Y_i^k$$

$Y_i^k = 1$  als voertuig  $k$  request  $i$  zal uitvoeren, anders is de waarde 0

$rev_i =$  de opbrengst van het uitvoeren van een zekere request  $i$

Voor het berekenen van de totale winst moet niet enkel rekening gehouden worden met de totale opbrengsten, maar zijn de totale kosten ook van belang. De totale kosten worden binnen deze toepassing als volgend beschreven.

$$C_{tot} = \sum_{k \in K} \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} ct * d_{ij} * X_{ij}^k$$

$ct * d_{ij} =$  een kost om een zekere link te overbruggen

$X_{ij}^k = 1$  als voertuig  $k$  zich zal bewegen van  $i$  naar  $j$ ; anders is het 0

Bij een maximalisatieprobleem van een doelstellingsfunctie horen een aantal beperkingen om het model ten volle te laten werken. De volledig notatie en formulering kan teruggevonden worden in het onderzoek van Ramaekers et al. (2015). We omschrijven kort welke invloed deze beperkingen hebben op de uitvoering van ons toegepaste model.

- *Flow conservation constraints:*
  - deze beperking wordt toegepast om ervoor te zorgen dat voertuigen die een locatie bedienen ook verlaten en naar een volgend order zich voortbewegen.
- *Vehicle constraints:*
  - ieder voertuig moet zijn rit starten en eindigen in het depot. Indien een voertuig niet gebruikt wordt, blijft dit voertuig in het depot staan.
  - Een extra beperking voor bij deze is, dat ieder order maar door één voertuig moet uitgevoerd worden, bij deze orders wordt wel een onderscheid gemaakt tussen verplichte en niet verplichte orders.

- Een voertuig kan geen een grotere lading hebben dan de maximale capaciteit van het voertuig.
- *Time window constraints*
  - Ieder knooppunt moet bediend worden binnen het vastgelegde tijdsvenster.
- *Pairing and precedence constraints*
  - Als een zeker order uitgevoerd wordt, moeten eerst alle activiteiten van een *pickup* locatie worden uitgevoerd voor het de geassocieerde *delivery* locatie kan bezoeken (*precedence*).
  - Een order kan ook niet worden gesplitst overheen meerdere voertuigen, één voertuig moet ook zowel de *pickup* als de *delivery* uitvoeren (*pairing*).

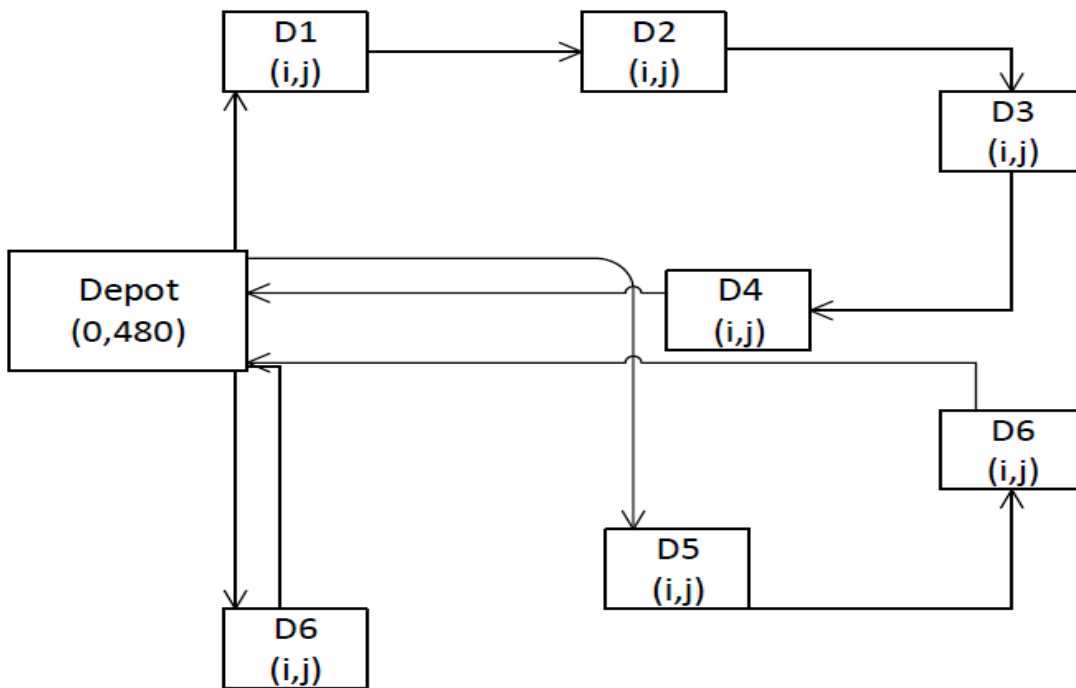
#### **4.3.1.2 Heuristiek**

Hierboven werden de doelstellingsfunctie en de beperkingen binnen het model besproken. Het is belangrijk dat de oplossingsmethode onderzocht wordt. Deze geeft immers aan hoe het programma tot zijn oplossing gaat komen. De oplossingsmethode van deze toepassing wordt via een metaheuristiek uitgevoerd. Deze is gebaseerd op een zogenaamde *tabu-embedded simulated annealing algorithm* (Ramaekers et al., 2015). Eerst wordt een toegelaten oplossing ( $S_{best}$ ) gevonden, deze wordt door de heuristiek verbeterd. Iedere iteratie wordt van de beste oplossing tot nu toe gestart. Dit duurt totdat na een aantal iteraties (K) geen verbetering gevonden kan worden, dit aantal wordt vanaf het begin vastgelegd. De generatie van nieuwe beste oplossingen wordt uitgevoerd via het *Tabu search*-algoritme. Om dubbele cycli te vermijden, wordt een tabu-lijst bijgehouden, die in iteraties soms oplossingen niet zal toelaten. De *tabu simulated annealing* maakt gebruik van drie procedures. Een eerste procedure is deze van *PostOptimise*, waarbij de logistieke planner de kosten lager probeert te krijgen door knooppunten de herordenen binnen bestaande routes. Een tweede methode noemt *LocalResearch*, waarbij 4 lokale operatoren gebruikt worden om de beginoplossingen te verbeteren. Waarbij de ene soort operatoren probeert te zorgen voor toegelaten oplossingen via het invoeren van een nieuw order. Als dit nieuwe order voor een hogere winst zorgt, dan wordt deze geplaatst op de positie met de laagste kost. De andere soort van operatoren zorgt dat de orders met de laagste winst wordt vervangen door een nog niet bediend order. Een laatste en derde methode wordt de *Tabu search* genoemd, via dit specifieke algoritme worden random toelaatbare oplossingen gevonden. Door de functie zal de nieuwe toelaatbare oplossing gecontroleerd worden met het huidige lokale optimum. Dit proces blijft voortlopen totdat na een aantal iteraties geen verbetering meer gevonden wordt (Ramaekers et al., 2015)..

#### **4.3.1.3 Context en inputgegevens van het optimalisatiemodel**

Het hier aangehaalde model van *vehicle routing problem* moet als eerste binnen de context van deze masterproef worden geplaatst. Binnen dit specifieke type van problemen moeten dus enkele *deliveries* verplicht worden uitgevoerd. Dit kunnen *delivery*-plaatsen zijn waar een levering van hulpgoederen noodzakelijk is binnen het tijdsbestek van de toepassing. Langs deze plaatsen binnen

het gebied moet het bezoek van één van de voertuigen gepland zijn. Het concept van dit model is uitgetekend volgens de onderstaande figuur 8.



**Figuur 8: concept VRP-selectie**

Binnen deze toepassing worden 50 *requests* aangeboden voor het uitvoeren van een *delivery* ergens binnen het gebied. Van deze 50 *requests* zijn 10 *requests* verplicht (*compulsory*). Dit betekent zoals hierboven al werd aangehaald, dat deze *deliveries* binnen het tijdsbestek zeker voltooid moeten worden. Ieder knooppunt voor het uitvoeren van een leverpunt krijgt een zeker x-coördinaat en een zekere y-coördinaat mee. Het depot is beschikbaar voor 8 uur, dit is de zogenaamde *time window* van het depot. De voertuigen hebben een capaciteit van 40. Deze capaciteit betekent dat sprake is van het *less-than-truckload principe*. Met dit principe wordt bedoeld dat hulpgoederen voor meerdere *delivery-punten* in één voertuig geplaatst kunnen worden. Zo kunnen binnen routeplanning dus meerdere *deliveries* achtereenvolgend uitgevoerd worden, dit is anders dan de toepassing onder het vorige deelhoofdstuk. Het aantal voertuigen beschikbaar voor het plannen van de ritten is 10. In de onderstaande tabel 6 worden deze gegevens samengevat.

Tabel 6: gegevens VRP met selectie

Gegevens toepassing VRP	
Aantal compulsory requests	10
Aantal requests	50
Aantal trucks	10
capaciteit per truck	40
Depot window (minuten)	480

#### 4.3.2 Optimalisatiemodel

Als het model gerund zal worden via de toepassing die onder 4.3.1 uitgebreid werd besproken kan de rittenplanning zonder rekening te houden met enige onzekerheid in de onderstaande afbeelding 9 worden teruggevonden. Dit is de oplossing onder optimale omstandigheden. Met de kosten wordt hierna geen rekening meer gehouden, dit omdat de doelstelling voor ons enkel is om de opbrengsten te maximaliseren. Kosten zijn binnen de context van natuurrampen van minder belang. Kosten zijn immers in de context van hulpverlening gewoon noodzakelijk. Het is namelijk de maatschappelijke plicht van hulporganisaties om zoveel mogelijk mensen te helpen. De kosten kunnen wel worden opgenomen als dit gezien wordt als extra schade omdat plaatselijke gebieden langer moeten wachten, dus zodat deze meer getroffen zijn of meer schade hebben door een zekere tijdsfactor. Binnen deze masterproef worden kosten gezien als extra schade voor een zeker gebied of bijvoorbeeld voor de slachtoffers binnen dit getroffen gebied.

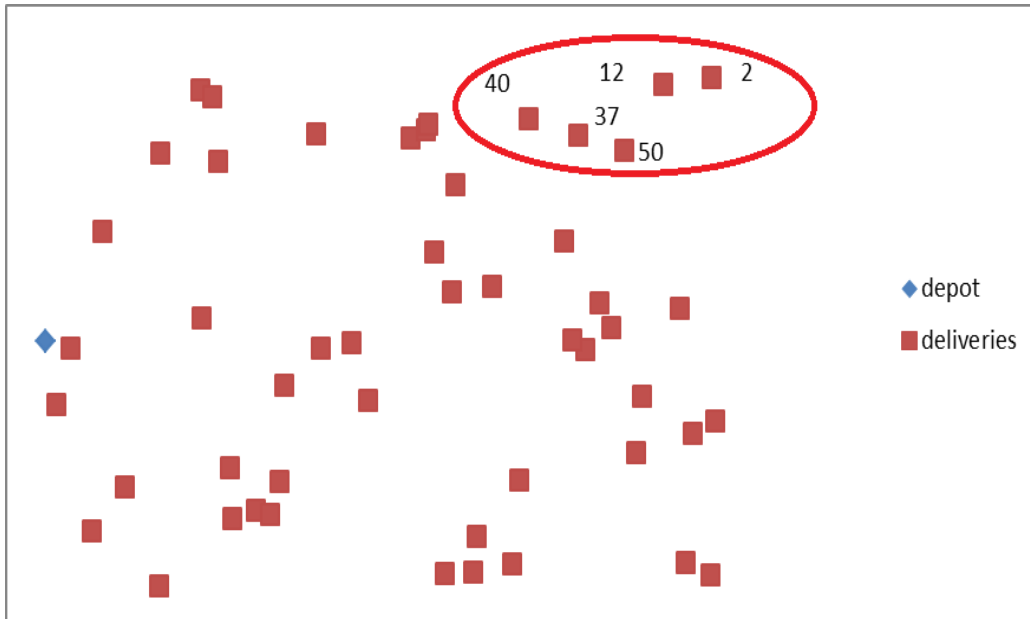
```

|totale winst = 1398304
route voertuig 1: 0, 2, 1, 52, 51, 0
route voertuig 2: 0, 7, 46, 3, 96, 53, 42, 57, 92, 0
route voertuig 3: 0, 39, 19, 89, 69, 27, 6, 5, 4, 54, 56, 55, 77, 0
route voertuig 4: 0, 12, 37, 62, 8, 58, 87, 0
route voertuig 5: 0, 33, 26, 76, 32, 29, 9, 83, 59, 82, 79, 0
route voertuig 6: 0, 28, 15, 13, 78, 63, 65, 0
route voertuig 7: 0, 48, 23, 16, 66, 98, 73, 0
route voertuig 8: 0, 14, 18, 17, 67, 64, 68, 0
route voertuig 9: 0, 35, 34, 30, 24, 80, 74, 84, 36, 86, 85, 0
route voertuig 10: 0, 22, 21, 71, 10, 45, 95, 72, 60, 0
opbrengst voertuig 1: 107372      kost voertuig: 54178
opbrengst voertuig 2: 209048      kost voertuig: 79620
opbrengst voertuig 3: 298280      kost voertuig: 57490
opbrengst voertuig 4: 231748      kost voertuig: 93776
opbrengst voertuig 5: 263936      kost voertuig: 77823
opbrengst voertuig 6: 202096      kost voertuig: 57144
opbrengst voertuig 7: 175556      kost voertuig: 25169
opbrengst voertuig 8: 139660      kost voertuig: 23873
opbrengst voertuig 9: 267468      kost voertuig: 82197
opbrengst voertuig 10: 117340     kost voertuig: 62930

```

Figuur 9: basismodel VRP-selectie

Figuur 7 geeft het resultaat weer onder de meest optimale omstandigheden. Hierbij is geen sprake van enige onzekerheid. In het volgende gedeelte wordt getracht deze onzekerheid te verhogen door de afstand van zekere *deliveries* aan te passen en zodat ze verder van het depot lijken te liggen. Voor het nabootsen van moeilijker bereikbare plaatsen binnen het gehele gebied, na bijvoorbeeld het plaatsvinden van een natuurramp, worden vijf *deliveries* onder ieder scenario met een zekere afstand verder gelegd van het depot. Deze vijf gekozen *deliveries* worden teruggevonden in de onderstaande afbeelding 10. Het depot wordt links in de afbeelding teruggevonden in het blauw.



Figuur 10: getroffen gebied VRP-selectie

#### 4.3.2.1 Robuustheid binnen de toepassing met compulsory requests.

De bedoeling van deze toepassing is om de robuustheid na te gaan door het implementeren van onzekere inputgegevens. Voor het nabootsen van het moeilijker bereiken van het bovenstaande, aangeduide gebied werd per scenario telkens de x-coördinaat en de y-coördinaat met 25, 50, 75, 100 verhoogd voor 5 iteraties, omdat deze stijgingen ervoor zorgen dat steeds dezelfde rittenplanning aanhouden worden. Hierdoor moet enkel de reistijden (kosten moeten onderzocht worden. Maar werd de onzekerheid binnen deze toepassing van *vehicle routing problem* wel verhoogd. Zo wordt de onderstaande tabel 7 gevonden (een 5\*4 matrix) met de desbetreffende kosten voor de reizen.

De manieren om robuustheid te controleren kunnen worden teruggevonden onder deeltje 4.2.1.2 van de eerste toepassing. Let wel dat hier niet meer gaat over verschillende rittenplanningen zoals bij de eerste toepassing van hierboven. In deze toepassing wordt 1 rittenplanning besproken voor de verschillende scenario's met de verschillende iteraties. Per iteratie komt er per scenario een vaste afstand bij voor de geselecteerde knooppunten. De verschillende rittenplanningen worden hier dus vervangen door de verschillende iteraties. Dit kan worden aangegeven via de volgende onderstaande formule:

$$Iteratie_i | scenario i$$

- $i = basis, 2, 3, 4, 5, 6$

Het eerste criterium van robuustheid die onder de eerste toepassing werd aangehaald was de *absolute robustness solution*. Dit criterium zal de maximale *worst case* minimaliseren. Dit criterium



wordt teruggevonden in de laatste kolom van de onderstaande tabel 7. Per iteratie wordt de maximale waarde (reiskost) in deze kolom weergegeven. Indien de minimale waarde van deze kolom gezocht wordt, is de combinatie van iteratie 1 met scenario 4 de beste oplossing onder dit criterium van *absolute robustness*. Deze oplossing geeft een waarde van 614972.

Gegevens Rittenplanning	Basisscenario	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	max
basis it. 1	614393	614200	614780	614972	<b>614972</b>
basis it. 2	614586	614586	615361	615749	615749
basis it. 3	614780	614972	615945	616527	616527
basis it. 4	614972	615361	616527	617308	617308
basis it. 5	615167	615749	617112	617825	617825

**Tabel 7: absolute robust solution VRP-Selectie**

Het tweede criterium dat teruggevonden werd, is deze van *robust deviation* oplossing. Binnen dit criterium wordt per kolom in de tabel 7 de minimale waarde gezocht. Daarna wordt deze minimale waarde gebruikt, om iedere waarde in de tabel mee af te trekken. De formule die dit meer duidelijk kan maken, kan worden teruggevonden in het deeltje 4.2.1.2. De resultaten van dit robuuste criterium kan in de tabel 8 worden teruggevonden. De oplossing die het meest voldoet aan dit criterium is de combinatie van iteratie 2 met scenario 4, met een waarde van 777.

**Tabel 8: Robust deviation VRP-selectie**

Gegevens Rittenplanning	Basisscenario	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	max
basis it. 1	0	0	0	0	0
basis it. 2	193	386	581	<b>777</b>	<b>777</b>
basis it. 3	387	772	1165	1555	1555
basis it. 4	579	1161	1747	2336	2336
basis it. 5	774	1549	2332	2853	2853

Het derde en laatste criterium dat in de eerste toepassing werd teruggevonden is de zogenaamde *relative robustness solution*. Binnen deze methode wordt de optimale waarde per scenario van tabel 7 als deler gebruikt voor alle waarden binnen de bovenstaande tabel 8. De resultaten van dit criterium kunnen worden teruggevonden in de onderstaande tabel 9. Hier wordt weer per iteratie het maximum bepaald, waarna het minimum van deze waarde wordt gezocht. Volgens dit criterium is de oplossing van iteratie samen met scenario 4 het meest geschikt. Dit met een waarde van 0.13%.

Tabel 9: Relative robustness solution VRP-selectie

Gegevens Rittenplanning	Basisscenario	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	max
basis it. 1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
basis it. 2	0,03%	0,06%	0,09%	0,13%	<b>0,13%</b>
basis it. 3	0,06%	0,13%	0,19%	0,25%	0,25%
basis it. 4	0,09%	0,19%	0,28%	0,38%	0,38%
basis it. 5	0,13%	0,25%	0,38%	0,46%	0,46%

#### 4.3.3 Conclusie

Binnen dit deelhoofdstuk werd een ander type van *vehicle routing problem* onderzocht, namelijk één met *compulsory requests*. Als eerste werd getracht een beschrijving te geven rond de context en omgeving van dit specifieke probleem, waarbij het meteen gelinkt werd aan de context van deze masterproef. Nadat de heuristiek en een visuele weergave van deze toepassing werden aangehaald, werd de toepassing uitgevoerd. In deze toepassing werd meteen een link gelegd met de robuustheid, voor de hoge onzekerheid in de periode net na een natuurramp. Voor het onderzoeken van deze robuustheid werd gebruikgemaakt van dezelfde criteria als onder de eerste toepassing. Hierbij werd wel gewerkt met meerdere iteraties in plaats van meerdere rittenplanningen. Voor het eerste criterium van *absolute robustness* werd de combinatie van iteratie 1 met scenario 4 als oplossing gevonden. De oplossing voor het tweede criterium, *robust deviation*, is de combinatie van iteratie 2 met de gegevens van scenario 4. Deze laatste combinatie is ook de oplossing voor de laatste formule van *relative robustness*. Zeer logisch worden de oplossingen steeds gevonden uit scenario 6, waar de afstand het verst is.

#### 4.4 Conclusie

Binnen hoofdstuk 4 werd robuustheid binnen *vehicle routing problems* onderzocht. Maar vooraleer hier dieper op ingegaan kon worden, werd onder het eerste deelhoofdstuk robuustheid gekaderd. Hier werd robuustheid onderzocht in de omgeving van de statistiek, rittenplanning, maar ook op basis van gedragingen ten opzichte van een veranderende omgeving. Als eerste toepassing werd dan een *vehicle routing problem* met *pickups* en *deliveries* en *time windows* toegepast. Nadat hier een algemeen beeld van werd geschetst, waar de heuristiek, visuele weergave en context binnen deze masterproef werd beschreven, werd de focus verlegd naar de robuustheid van de oplossingen binnen deze toepassing. Voor het onderzoeken van de robuustheid werden drie criteria gebruikt vanuit het onderzoek van Kouvelis en Yu (1975): *absolute robustness*, *robust deviation* en *relative robustness*. Deze drie criteria werden ook gebruikt in de tweede toepassing, waar een *vehicle routing problem* met *compulsory requests* werd toegepast. In beide toepassingen werden door het toepassen van deze criteria robuuste oplossingen gevonden. Bij beide toepassingen werden oplossingen gevonden die aansloten bij de verwachtingen van te voren.



## **Hoofdstuk 5: Conclusie**

In deze masterproef werden verschillende elementen rond rittenplanningsmodellen onderzocht, waarbij rekening gehouden werd met de robuustheid. De belangrijkste conclusies worden in dit hoofdstuk besproken. In het eerste gedeelte worden verschillende elementen besproken vanuit de wetenschappelijke literatuur. Alsook wordt binnen dit eerste gedeelte verder de praktijkstudie besproken, handelend over de robuustheid binnen rittenplanningsmodellen. In het tweede gedeelte van dit hoofdstuk worden enkele beperkingen aangehaald en worden enkele suggesties gegeven voor verder onderzoek.

### **5.1 Conclusie uit de literatuur- en praktijkstudie**

Binnen de literatuurstudie wordt getracht een duidelijk beeld te scheppen over de verschillende elementen die een rol spelen binnen een rittenplanningsmodel onder extreme onzekerheid. Natuurlijk heeft communicatie, tussen de verschillende actieve organisaties in het rampgebied, een belangrijke rol binnen een efficiënte hulpverlening. Zeer vaak worden problemen gevonden in de communicatie of informatiedeling tussen de verschillende hulporganisaties. Om deze problemen aan te pakken werden vanuit de literatuur verschillende oplossingen aangeboden, zoals *data fusion*, waar de communicatie en informatiedeling wordt geanalyseerd en verbeterd. Via deze methode worden betere schattingen gemaakt van de realiteit binnen een getroffen gebied en zullen de hulporganisaties beter samen werken. Voor het analyseren van de gehele samenwerking en interactie tussen de verschillende entiteiten die hulp gaan bieden, kan het VSM-model onderzocht worden. Beide methoden kunnen van grote waarde zijn om de gehele omgeving te vatten in de periode net na een natuurramp. Een stijgende evolutie in de rol van sociale media is duidelijk merkbaar. Sociale media kunnen op verschillende manieren een rol spelen, de meest voornamelijk rol is dat sociale media het een bron van sociale media is en een doorgeefluik van deze verkregen informatie. Toch moet opgelet worden met de informatie uit deze sociale media, omdat de kwaliteit soms niet van een hoge waarde is. Zodat rittenplanners de kwaliteit uit sociale media kunnen beoordelen, is het voor hen mogelijk om verschillende algoritmes of methoden toe te passen, zoals bijvoorbeeld de H-index, i10-index. Algemeen kan gesteld worden dat sociale media meer en meer een belangrijke rol gaan spelen. Via sociale media zullen individuen een zekere rol kunnen spelen, maar ook commerciële bedrijven kunnen een zekere rol spelen bij hulpverlening. Een grote motivatie voor dit type van ondernemingen om mee te helpen, wordt vanuit de literatuur gezien via de stakeholderstheorie. De logistieke *supply chains* van commerciële bedrijven zijn zeer nuttig voor de hulpverlening, omdat deze goede kennis hebben over een zeker gebied en een zeer snelle levertijd hebben van goederen. Omdat private ondernemingen een voordeel kunnen zijn in de respons op een natuurramp, wordt vaker gebruik gemaakt van partnerschappen tussen de overheid en specifieke commerciële ondernemingen. Een logistieke methode die vaak gebruikt wordt binnen commerciële ondernemingen en die uitermate geschikt is voor de hulpverlening is het push/pull logistieke model.

Aan de hand van toepassingen werd robuustheid geanalyseerd binnen rittenplanningsmodellen. Twee toepassingen werden onderzocht, enerzijds namelijk een *vehicle routing problem* met *pickups and deliveries* en anderzijds een *vehicle routing problem* met *compulsory requests*. Uit de resultaten van deze toepassingen blijkt dat robuuste oplossingen zeker te realiseren zijn. Deze modellen werken goed als de onzekerheid verhoogd wordt. De onzekerheid werd verhoogd, door het laten stijgen van de afstanden binnen de toepassingen. De robuustheid werd getest door de gegevens van alle scenario's in te vullen per bekomen rittenplanning van ieder scenario. Om robuuste oplossingen te vinden werd gebruik gemaakt van drie criteria: *absolute robustness*, *relative robustness* en *robust deviation*. De robuuste oplossingen van beide toepassingen lag in de verwachtingen, die vooraf genomen werden.

## **5.2 Beperkingen en suggesties voor toekomstig onderzoek**

Enkele beperkingen zijn op te merken binnen de hier uitgevoerde masterproef. Een eerste beperking die hier aangehaald kan worden, is dat maar een beperkt aantal knooppunten (pickups en leverpunten) worden geselecteerd voor het vergroten van de afstanden. Dit werd binnen deze masterproef random gekozen. Natuurlijk is het mogelijk dat indien andere knooppunten werden gekozen, dat dit tot geheel andere oplossingen zal leiden.

Een extra beperking bij het selecteren van deze knooppunten zou kunnen zijn, dat geen weet is van bijvoorbeeld geografische eigenschappen van het gebied. Binnen deze masterproef wordt een fictief voorbeeld aangehaald in de toepassingen, waarbij de coördinatiepunten random gegenereerd worden. De mogelijkheid om deze gegevens in rekening te nemen bij het uitvoeren van de toepassing, zou zorgen voor een grotere realiteit binnen deze toepassing. Dit is zeker een gegeven dat mee kan genomen worden voor verder onderzoek.

Binnen de toepassingen uitgegaan van één depot, waar steeds naar terug gekeerd moet worden. Dit is misschien niet geheel realistisch in de praktijk, zeker in periode net na een natuurramp. Daarom is het voor toekomstig onderzoek nuttig om hiermee rekening te houden.

Het analyseren van robuustheid binnen toepassing 2 werd uitgevoerd met een zekere assumptie rond de iteraties binnen de verschillende tabellen. Hier werd dus niet uitgegaan van aparte rittenplanningen, omdat geen afstanden te achterhalen waren binnen deze toepassing.

Dat toekomstig onderzoek zeker nuttig lijkt, komt naar voren via de maatschappelijke noodzaak van het onderwerp van deze masterproef. Het is zeker nuttig om de stijgende rol van sociale media verder te onderzoeken, dit werd binnen deze masterproef niet volledig uitgespit. Volgens de bekomen bevindingen en beschrijvingen in de literatuurstudie, lijkt het zeer nuttig om de informatie uit deze media te analyseren te gaan onderzoeken.

## **REFERENTIELIJST**

### **Wetenschappelijke artikels**

Achterberg, J., Vriens, D. (2002). Managing viable knowledge systems. *Research and Behavioral Science*, 19, 223-241.

Afzalan, N., Evans-Cowley, J., & Barijough, M.M. (2015). From big to little data for natural disaster recovery: How online and on-the-ground activities are connected? [elektronische versie]. *VS: a journal of law & policy for the information society*, 11, 153-180.

Amado, S., Tolentino, Jr. (2007). The challenge of tsunami disaster response planning and management [elektronische versie]. *International Review for environmental strategies*, 7, 147-154.

Barbarosoglu, G., Ozadamar, L., & Cevik, A. (2002). An interactive approach for hierarchical analysis of helicopter logistics in disaster relief operations [elektronische versie]. *European journal of operational research*, 140, 118-133.

Ben-Tal, A., Do Chung, B., Mandala, S.R., & Yao, T. (2011). Robust optimization for emergency logistics planning: risk mitigation in humanitarian relief supply chains [elektronische versie]. *Transportation research: part B*, 45, 1177-1189.

Ben-Tal, A., Nemirovski, A. (1998). Robust convex optimization [elektronische versie]. *Math Oper Res*, 23, 769-805.

Bharosa, N., Lee, J., & Janssen, M. (2010). Challenges and obstacles in information sharing and coordination during multi-agency disaster response: propositions from field exercises [elektronische versie]. *Information systems frontiers*, 12, 49-65.

Briones, R.L., Kuch, B., Liu, B.F., & Jin, Y. (2011). Keeping up with the digital age: how the American Red Cross uses social media to build relationships [elektronische versie]. *Public relations review*, 37, 37-43.

Brown, E.L., & Snarr, D.N. (1979). Permanent post-disaster housing in Honduras: aspects of vulnerability to future disasters [elektronische versie]. *Disasters*, 3, 287-292.

Brynjolfsson, E. (2012). Big data: the management revolution [elektronische versie]. *Harvard business review*, 61-67.

Caris, A. en Janssens, G.K. (2010). A deterministic annealing algorithm for the pre-and end-haulage of intermodal container terminals [elektronische versie]. *International journal of computer aided engineering and technology*, 2, 340-355.

Castanedo, F. (2013). A review of Data Fusion techniques [elektronische versie]. *The scientific world journal*.

- Chen, L.C., Liu, Y.-C., & Chan, K.-C. (2006). Integrated community based disaster management program in Taiwan: a case study of Shang-AN village [elektronische versie]. *Natural Hazards*, 37, 209-223.
- Cheng, J.W., Mitomo, H., Otsuka, T., & Jeon, S.Y. (2015). The effects of ICT and mass media in post-disaster recovery- A two model case study of the Great East Japan earthquake [elektronische versie]. *Telecommunications Policy*, 39, 515-532.
- Comfort, L. (1996). Self-organization in disaster response: the great Hansin, Japan earthquake of January 17,1995. Quick response report, report #78. Opgehaald op 3 maart, via <http://www.colorado.edu/hazards/research/qr/qr78/qr78.html>
- Comfort, L., & Kapucu, N. (2006). Inter-organizational coordination in extreme events: The World Trade center attacks [elektronische versie]. *Natural Hazards*, 309-327.
- Currie, D. (2009). Special report: expert round table and social media and risk communication during time of crisis: Strategic challenges and opportunities. Opgehaald van [http://www.boozallen.com/media/file/Risk\\_Communications\\_Times\\_of\\_Crisis.pdf](http://www.boozallen.com/media/file/Risk_Communications_Times_of_Crisis.pdf).
- Currian, P., De Silva, C., & Van De Walle, B. (2007). Open source software for disaster management [elektronische versie]. *Communications of the ACM*, 50, 61-65.
- Dawes, S. (1996). Interagency information sharing: expected benefits, manageable risks [elektronische versie]. *Journal of policy analysis and management*, 15, 377-394.
- Dawes, S., Creswell, A., & Cahan, B. (2004). Learning from crisis: lessons in human and information infrastructure from the World Trade Center response [elektronische versie]. *Social Science computer review*, 22, 52-66.
- Day, J.M., Strother, S., Kolluru, R., Booth, J., Rawls, J., & Calderon, A. (2010). Enhancing private sector engagement: Louisiana's business emergency operations centre [elektronische versie]. *Journal of business continuity & emergency planning*, 4, 216-230.
- De Leeuw, S., Jonkman, S.N., & Vis, I.F.A (2012). Exploring logistics aspects of flood emergency measures [elektronische versie]. *Journal of contingencies & crisis management*, 20, 166-179.
- Donaldson, T., & Preston, L.E. (1995). The stakeholder theory of the corporation: concepts, evidence and implications [elektronische versie]. *Academy of management review*, 20, 65-31.
- Dullaert, W., Eshghi, K., & Najafi, M. (2013). A multi-objective robust optimization model for logistics planning in the earthquake response phase [elektronische versie]. *Transportation research: part E*, 49, 217-249.
- Fahimnia, B., Jabbarzadeh, A., & Seuring, S. (2014). Dynamic supply chain network design for the supply of blood in disasters: A robust model with real world application [elektronische versie]. *Transport Research Part E*, 70, 225-244

- Feillet, D., Dejax, P., & Gendreau, M. (2005). Travelling salesman problems with profit transport [elektronische versie]. *Transportation science*, 39, 188-205.
- Freeman, R.E. (1999). Divergent stakeholder theory [elektronische versie]. *Academy of management review*, 24, 233-236
- Gibson, K. (2000). The moral basis of stakeholder society [elektronische versie]. *Journal of business ethics*, 26, 245-257.
- Giuliani, M., & Castelletti, A. (2016). Is robustness really robust? How different definitions of robustness impact decision-making under climate change [elektronische versie]. *Climatic change*, 135, 409-424.
- González-Bailón, S. (2013). Social science in the era of big data [elektronische versie]. *Policy & internet*, 5, 147-160.
- Gregg, D.G. (2010). Designing for collective intelligence [elektronische versie]. *Communications of the ACM*, 53, 134-138.
- Guha-Sapir, H., Below, R. (2015). Annual disaster statistical review 2014: the numbers and trends [elektronische versie]. *Technical Report, CRED*.
- Haruechaiyasak, C., Kongthon, A., Kongyoung, S., & Pailai, J. (2014). The role of social media during a natural disaster: A case study of the 2011 Thai flood [elektronische versie]. *International journal of innovation and technology management*, 11, 1-12.
- Hayashi, H., Preece, G., Shaw, D. (2015). Application of the viable model to analyse communications structures: A case study of disaster response in Japan [elektronische versie]. *European journal of operational research*, 243, 312-322.
- Heigh, I., Navangul, K.A., & Majewski, B. (2010). A peek into the future of humanitarian logistics: forewarned is forearmed [elektronische versie]. *Supply chain: An international journal*, 11, 4-19.
- Hu, Z.H., Sheu, J.B. (2013). Post-disaster debris reverse logistics management under psychological cost minimization [elektronische versie]. *Transportation research: part B*, 45, 1590-1605.
- Hu, Z.H., Sheu, J.B., & Xiao, L. (2014). Post-disaster evacuation and temporary resettlement considering panic and panic spread [elektronische versie]. *Transportation research: part B*, 69, 112-132.
- Ide, J., & Schöbel, A. (2015). Robustness for uncertain multi-objective optimization: a survey and analysis of different concepts [elektronische versie]. *OR Spectrum*, 38, 235-271.
- Imran, M., Castillo, C., Diaz, F., & vieweg, S. (2015). Processing social media messages in mass emergency: A survey [elektronische versie]. *ACM computing surveys*, 47, 1-38
- Janssens G.K., K. Soonpracha, T. Manisri and A. Mungwattana (2015). Robust vehicle routing solutions to manage time windows in the case of uncertain travel times. In: Vasant, P. (ed.),



*Handbook of Research on Artificial Intelligence Techniques and Algorithms*, IGI Global, chapter 21, pp. 660-683.

Jotshi, A., Gong, Q., & Batta, R. (2009). Dispatching and routing of emergency vehicles in disaster mitigation using data fusion [elektronische versie]. *Socio-economic planning sciences*, 43,1-24.

Kachitvichyanukul, V., Sombuntham, P., & Kunnapapdeelert, S. (2015). Two solution representations for solving multi-depot vehicle routing problem with multiple pickup and delivery requests via PSO [elektronische versie]. *Computers & Industrial Engineering*, 89, 123-136.

Kouvelis, P., & Yu, G. (1996). Robust discrete optimization and its applications [elektronische versie]. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Leavy, A. (2015). After the flood: citizen action following natural disaster [elektronische versie]. *National civic review*, 104, 29-39

Lee, J., Bharosa, N., Yang, J., Janssen, M., & Rao, H. (2011). Group value and intention to use – a study of multi-agency disaster management information systems for public safety [elektronische versie]. *Decision support systems*, 50, 404-414.

Li, J., & Rao, H.R. (2010). Twitter as a rapid response news service: An exploration in the context of the 2008 China earthquake [elektronische versie]. *The electronic journal of information systems in developing countries*, 42, 1-22.

Lindell, M.K, Prater, C.S, & WU, H.C. (2012). Logistics of hurricane evacuation in hurricanes Katrina and Rita [elektronische versie]. *Transportation research part F*, 15, 445-461.

Lindsay, B.R. (2010). Social media and disasters: current uses, future options and policy considerations [elektronische versie]. *Congressional research service*, 1-10.

List, G.F., Woord, B., Nozick, L.K., Turnquist, M.A., Jones, D.A., Kjelgaard, E.A., & Lawton, C.R. (2002). Robust optimization for fleet planning under uncertainty [elektronische versie]. *Transportation research part E, logistics and transportation review*, 39, 209-227.

Lowrey, W. (2004) Media dependency during a large-scale social disruption: the case of September 11 [elektronische versie]. *Mass communication and society*, 7, 339-357.

Manoj, B., & Baker, H. (2007). Communication challenges in emergency response [elektronische versie]. *Communications of the ACM*, 50, 51-53.

Morelli, R., De Silva, C., De Lanerolle, T., Curzon, R., & Xin Sheng Mao (2010). A global collaboration to deploy help to China [elektronische versie]. *Communications of the ACM*, 53, 142-149.

Nevo, D., & Wand, Y. (2005). Organizational memory information systems: a transactive memory approach [elektronische versie]. *Decision support systems*, 39, 549-562.

- Oh., O., Agrawal, M., & Rao, H.R. (2013). Community intelligence and social media services: A rumor theoretic analysis of tweets during social crises [elektronische versie]. *MIS quarterly*, 37, 407-A7.
- Oh, O., Kwon, K.H., & Rao, H.R. (2010). An exploration of social media in extreme events: Rumor theory and twitter during the Haiti earthquake 2010 [elektronische versie]. *International conference on information systems, Saint Louis, 2010*.
- Oloruntoba, R., & Gray, R. (2006). Humanitarian aid: an Agile supply chain [elektronische versie]. *Supply chain management: an international journal*, 11, 115-120.
- Pipino, L.L., & Wang, Y. L. (2002). Data quality assessment [elektronische versie]. *Communications of the ACM*, 45, 211-218.
- Poppo, L., & Zenger, T. (2002). Do formal contracts and relational governance function as substitutes or complements? [elektronische versie]. *Strategic management journal*, 23, 707-725.
- Preece, G., Shaw, D., Hayashi, H. (2012). Using the viable system model (VSM) to structure information processing complexity in disaster response [elektronische versie]. *European Journal of Operational research*, 224, 209-218.
- Preece, G., Shaw, D., & Hayashi, H. (2014). Application of the viable system model to analyse communications structures: A case study of disaster response in Japan [elektronische versie]. *European Journal of operational Research*, 243, 312-322.
- Puche, J., Ponte, B., Costas, J., Pino, R., & De La Fuente, D (2015). Systemic approach to supply chain management through the viable system model and the theory of constraints [elektronische versie]. *Production planning and control: the management of operations*, 27, 421-430
- Ramaekers, K., Caris, A., Janssens, G.K. en Maes, T., "Pickup and delivery selection with compulsory requests". In: P.J. Sequeira Gonçalves (Ed.), Proceedings of the 11th Future Business Technology Conference (FUBUTEC'2015), Lisbon, Portugal, 27-29 April 2015, pp. 28-33, (ISBN978-90-77381-88-5).
- Rennemo, S.J., Hvattum, L.M., Tirado, G. (2014). A three-stage stochastic facility routing model for disaster respinse planning [elektronische versie]. *Transport. Res. Part E*, 62, 116-135.
- Scott, P.D, & Rogova, G.L. (2004). Crisis management in a data fusion synthetic task environment [elektronische versie].
- Schmierbach, M., & Oeldorf-Hirsch, A. (2012). A little bird told me, so i didn't believe it: Twitter, credibility, and issue perceptions [elektronische versie]. *Communication Quarterly*, 60, 317-337.
- Sheu, J.B. (2014). Post-disaster relief-service centralized logistics distribution with survivor resilience maximization [elektronische versie]. *Transportation research: Part B*, 68, 288-314.

- Shklovski, I., Palen, L., & Sutton, J. (2008). Backchannels on the front lines: emergent uses of social media in the 2007 Southern wildfires [elektronische versie]. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> international ISCRAM conference*.
- Smith, R.J., & Swanson, R.D. (2013). A path to a public-private partnership: Commercial concepts applied to disaster response [elektronische versie]. *Journal of business logistics*, 34, 335-346.
- Solari, G. (2005). Tsunami one year after: NGO aid intervention and future challenges [elektronische versie]. *Joint Concord/VOICE*.
- Sörensen, K. (2003). A framework for robust and flexible optimisation using metaheuristics [elektronische versie]. Ph.D thesis, University of Antwerp, Belgium, 2003.
- Teigland, R., & Wasko, M.M. (2000). Creative ties and ties that bind: examining the impact of weak ties on individual performance [elektronische versie].
- Toth, P., & Vigo, D. (2002). An overview of Vehicle Routing Models. Academic Press.
- Townsend, A. (2013). *Smart cities: big data, civic hackers, and the quest for a New Utopia*. New York, WW Norton & Company.
- Trunick, P.A. (2006). Seeting op u warehouse on the fly [elektronische versie]. *Logistics today*, 47, 1-2.
- Van Wassenhove, L.N. (2006). Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear [elektronische versie]. *The journal of the operational research society*, 57, 475-489.
- Van Wassenhove, L.N., & Martinez, A.J.P. (2012). Using OR to adapt supply chain management best practices to humanitarian logistics [elektronische versie]. *International transactions in operational research*, 19, 307-322.
- Vieweg, S. (2012). Situational awareness in Mass Emergency: a behavioriol and linguistic analysis of microblogged communications [elektronische versie]. Ph.D. dissertation, University of Colorado at Boulder.
- Wand, Y., & Wang, R.Y. (1996). Anchoring data quality dimensions in ontological foundations [elektronische versie]. *Communications of the ACM*, 39, 86-95.
- Wang, R.Y., & Strong, D.M. (1996). Beyond accuracy: what data quality means to data consumers [elektronische versie]. *Journal of management information systems*, 12, 5-34.
- Westerman, D., Spence, P.R., & Van Der Heide, B. (2012). A social network as information: the effect of system generated reports of connectedness on credibility on twitter [elektronische versie]. *Computers in human behavior*, 28, 199-206.

Wiederhold, B.K. (2013). In a disaster, social media has the power to save lives [elektronische versie]. *Cyberpsychology, Behavior and social networking*, 16, 781-782.

White, E.C. (2010). Retail to the rescue [elektronische versie]. *Risk management*, 57, 20-23

Yates, D., & Paquette, S. (2011). Emergency knowledge management and social media technologies: a case study of the 2010 Haitian earthquake [elektronische versie]. *International journal of information management*, 31, 6-13.

Yates, C., & Partridge, H. (2014). Citizens and social media in times of natural disaster: exploring information experience [elektronische versie]. *Information research*, 20.

Yi, W., & Ozdamar, L. (2007). A dynamic logistics coordination model for evacuation and support in disaster response activities [elektronische versie]. *European journal of operational research*, 179, 1177-1193.

Zhang, D., Zhou, L., & Nunamaker, J.F. (2002). A knowledge management framework for the support of decision making in humanitarian assistance/disaster relief [elektronische versie]. *Knowledge and Information systems*, 4, 370-385.

## **Boekenlijst**

Flood, R., & Jackson, M. (1991). *Creative problem solving*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

Huber, P.J., & Ronchetti, E.M. (2009). *Robust Statistics: Second edition*. New Jersey, John Wiley & Sons, Ltd.

Jacobs, F.R., & Chase, R.B. (2014). *Operations and supply chain management*. Berkshire, McGraw-Hill education.

Li, P. (2012). *Investigating information technologies: three essays on Micro-blogging and free and open source software (FOSS) environment* [elektronische versie]. Proquest LLC., Michigan.

Mosher, F. (1982). *Democracy and the public service, 2nd edition*. New York: Oxford university press.

Schönberger, J. (2005). *Operational freight carrier planning. Basic concepts, optimization models and advanced memetic algorithms*. Springer, Berlin.

Stock, J.R., & Lambert, D.M. (2001). *Strategic logistics management*. New York, 4de editie, McGraw-Hill international edition.

United Nations disaster assessment and coordination: UNDAC Field handbook (2013). New York, United Nations Plaza.

Wilensky, H.L. (1967). *Organizational intelligence: knowledge and policy in government and industry*. New York: basic books.

## **Artikelen van het internet**

Vijf jaar na aardbeving Haïti 10 miljoen ton puin geruimd maar de nood blijft hoog. (2015, 15 januari). De Morgen. Opgevraagd op 14 april, 2015, via gopress academic.

B-Fast keert maandag terug uit Nepal. (2015, 2 mei). De Morgen. Opgevraagd op 3 mei 2015, via gopress academic.

Borger, J., & Campbell, D. (2005, 3 september). Why did help take so long to arrive? World news: the guardian. Opgevraagd op 2 februari 2016.

Coleman, J.A. (2011, juni). New Orleans, de orkaan Katrina en de olieramp. Strevijdschrift. Opgevraagd op 14 april, 2015.

Curtius, M. (2015, 21 oktober). Official: FEMA failed in Katrina. Tribune Newspapers: Los Angeles Times. Opgevraagd op 2 februari 2016.

Disaster statistics (2015, 3 maart). Opgevraagd via <https://www.unisdr.org/we/inform/disaster-statistics>. Opgevraagd op 16 februari 2016.

Emergency relief archive: look back at the Asian tsunami (2004). Opgevraagd via [www.emergency-appeal.org/previous-emergencies/2004-asian-tsunami](http://www.emergency-appeal.org/previous-emergencies/2004-asian-tsunami). Opgevraagd op 5 februari 2016.

Google launches Person Finder tool for Jammu & Kashmir floods. (2014, 10 september). Opgevraagd via <http://indianexpress.com/article/technology/technology-others/google-person-finder-jammu-kashmir-floods/>

Stock noodhulp Rode Kruis zo goed als leeg: "Dringend hulp nodig". (2015, 28 april). De Morgen. Opgevraagd op 3 mei 2015, via gopress academic.

Martin, C. (2011, oktober). Humanitarian disasters why logistics is vital. Cranfield university: School of management. Opgevraagd op 5 februari 2016.

Martin, S (2005, 26 januari). The logistics of the relief supply chain: help for tsunami victims. NC state university, Poole college of management. Opgevraagd op 5 februari 2016.

Mcdonald, C. (2012). Superstorm alter companies risk focus. Opgehaald op 5 april 2016, via <http://ww2.cfo.com/risk-management/2012/11/superstorm-alters-companies-risk-focus/>

NGO report on the Asian tsunami (2006, 30 maart). Australian council for international development. Opgevraagd op 5 februari 2016.

Ramesh, J. (2015, 19 maart). Nieuwe afspraken moeten leiden tot minder doden bij rampen. Mondiaal nieuws. Opgevraagd op 14 april 2015.

Wallop, H. (2011, 13 maart). Japan earthquakes: How Twitter and Facebook helped. The Telegraph, opgevraagd via <http://www.telegraph.co.uk/technology/twitter/8379101/Japan-earthquake-how-Twitter-and-Facebook-helped.html>. Opgevraagd op 10 februari 2016.



## **BIJLAGEN**

**Tabel 10: basisscenario met verschillende scenario's**

Rittenplanning	Gegevens	Variabele kost	Vaste kost	Totale kost	%-verandering
Basisscenario	-	3137	90	3227	-
Basisscenario	Scenario 2	3181	90	3271	1,34%
Basisscenario	Scenario 3	3218	90	3308	2,49%
Basisscenario	Scenario 4	3267	90	3357	4,03%
Basisscenario	Scenario 5	3311	90	3401	5,37%
Basisscenario	Scenario 6	3354	90	3444	6,71%

**Tabel 11: Scenario 2 met verschillende scenario's**

Rittenplanning	Gegevens	Variabele kost	Vaste kost	Totale kost	%-verandering
Scenario 2	Basisscenario	3109	90	3199	-1,389%
Scenario 2	-	3154	90	3244	0,000%
Scenario 2	Scenario 3	3238	90	3328	2,573%
Scenario 2	Scenario 4	3245	90	3335	2,778%
Scenario 2	Scenario 5	3290	90	3380	4,167%
Scenario 2	Scenario 6	3331	90	3421	5,449%

**Tabel 12: Scenario 3 met verschillende Scenario's**

Rittenplanning	Gegevens	Variabele kost	Vaste kost	Totale kost	%-verandering
Scenario 3	Basisscenario	3100	90	3190	-2,470%
Scenario 3	Scenario 2	3142	90	3232	-1,186%
Scenario 3	-	3181	90	3271	0,000%
Scenario 3	Scenario 4	3226	90	3316	1,382%
Scenario 3	Scenario 5	3268	90	3358	2,666%
Scenario 3	Scenario 6	3337	90	3427	4,765%

**Tabel 13: Scenario 4 met verschillende scenario's**

Rittenplanning	Gegevens	Variabele kost	Vaste kost	Totale kost	%-verandering
Scenario 4	Basisscenario	3159	90	3249	-3,585%
Scenario 4	Scenario 2	3202	90	3292	-2,287%
Scenario 4	Scenario 3	3281	90	3371	0,047%
Scenario 4	-	3279	90	3369	0,000%
Scenario 4	Scenario 5	3335	90	3425	1,646%
Scenario 4	Scenario 6	3377	90	3467	2,905%



**Tabel 14: Scenario 5 met verschillende scenario's**

Rittenplanning	Gegevens	Variabele kost	Vaste kost	Totale kost	%-verandering
Scenario 5	Basisscenario	3151	90	3241	-5,107%
Scenario 5	Scenario 2	3207	90	3297	-3,444%
Scenario 5	Scenario 3	3231	90	3321	-2,741%
Scenario 5	Scenario 4	3281	90	3371	-1,277%
Scenario 5	-	3325	90	3415	0,000%
Scenario 5	Scenario 6	3359	90	3449	0,988%

**Tabel 15: Scenario 6 met verschillende scenario's**

Rittenplanning	Gegevens	Variabele kost	Vaste kost	Totale kost	%-verandering
Scenario 6	Basisscenario	3145	90	3235	-6,168%
Scenario 6	Scenario 2	3188	90	3278	-4,934%
Scenario 6	Scenario 3	3224	90	3314	-3,886%
Scenario 6	Scenario 4	3273	90	3363	-2,467%
Scenario 6	Scenario 5	3315	90	3405	-1,234%
Scenario 6	-	3358	90	3448	0,000%

## Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:  
**Rittenplanning in het geval van extreme onzekerheid door natuurrampen**

Richting: **master in de toegepaste economische wetenschappen:  
handelsingenieur-accountancy en financiering**  
Jaar: **2016**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

**Corstjens, Tim**

Datum: **1/06/2016**