
EEN SUCCESVOLLE IMPLEMENTATIE
VAN TRANSPORTRESTRICTIES IN HET
TRANSPORT MANAGEMENT SYSTEEM
VAN RGB+

**UNIVERSITEIT
TWENTE.**



Bacheloropdracht Technische Bedrijfskunde d.d. 8-12-2014

Auteur: Johan Matthijs Veldhuizen

Universiteit Twente

Faculteit Management en Bestuur

EEN SUCCESVOLLE IMPLEMENTATIE VAN TRANSPORTRESTRICTIES IN HET TRANSPORT MANAGEMENT SYSTEEM VAN RGB+

Student

J.M. Veldhuizen (Thijs)
Student Technische Bedrijfskunde
j.m.veldhuizen@student.utwente.nl

Begeleiders

Eerste begeleider Universiteit Twente

Dr. Ir. M.R.K. Mes (Martijn)
Faculteit Management en Bestuur
m.r.k.mes@utwente.nl

Tweede begeleider Universiteit Twente

Dr. Ir. J.M.J. Schutten (Marco)
Faculteit Management en Bestuur
j.m.j.schutten@utwente.nl

Begeleider RGB+ Automatisering B.V.

R.C.B. Groot Beumer (Remco)
Eigenaar RGB+ Automatisering B.V.
r.grootbeumer@rgbplus.nl

MANAGEMENTSAMENVATTING

RGB+ heeft een Transport Management Systeem, genaamd *Transplan*, ontwikkeld. Transplan wordt door transportbedrijven gebruikt voor onder andere ritplanning. Bij het plannen van ritten is het essentieel om rekening te houden met planning restricties. In dit onderzoek gaan we in op mogelijke restricties in het planproces, hoe deze restricties kunnen worden gemodelleerd en hoe we uiteindelijk het gebruik van restricties kunnen opnemen in *Transplan*. Om dit te onderzoeken hebben we een hoofdvraag en enkele deelvragen opgesteld, deze zijn als volgt:

Hoe kunnen relevante restricties worden opgenomen in een klant-specifiek model, met inachtneming van de noodzaak tot een naadloze implementatie van dit model in het TMS van RGB+?

1. Welke restricties afkomstig vanuit de wetenschappelijke literatuur kunnen een rol spelen in het plannen van ritten?
2. Wat zeggen wetenschappelijke artikelen over verschillen in prioriteiten tussen restricties in de transport?
3. Welke restricties worden momenteel weergegeven in *Transplan*?
4. Welke restricties worden impliciet meegenomen?
5. Bij welke van de restricties die vaak overschreden worden is de impact van overschrijding het hoogst, en bij welke restricties is de overschrijdingsfrequentie het hoogst?
6. Hoe worden overschrijdingen momenteel weergegeven in *Transplan*?
7. Hoe zijn de in het planproces gemaakte fouten onder te verdelen?
8. Waardoor worden er momenteel fouten gemaakt in het planproces?
9. Welke restricties ontbreken er in *Transplan*?
10. In welke segmenten is de transportsector op te delen, gelet op verschillen in prioriteit van restricties?
11. Hoe kan de restrictiemodule het beste worden weergegeven om fouten door overschrijdingen van restricties te minimaliseren?
12. Op welke manier zouden restricties, en het overschrijden ervan, moeten worden weergegeven op een planbord om zodoende fouten te minimaliseren?

Om tot beantwoording van deze vragen te komen is er voor een methode gekozen met vijf hoofd-aspecten, namelijk 'Literatuur', 'Analyse *Transplan*', 'Besprekingen RGB+', 'Interviews klanten' en 'Implementatie'.

Vanuit de literatuur beschrijven we het *Traveling Salesman Problem* en het *Vehicle Routing Problem*, en hoe deze met elkaar verbonden zijn. Het blijkt dat er veel varianten op het VRP zijn, elk met hun eigen kenmerken. De literatuur biedt enige houvast ten aanzien van een aantal restricties. Verder blijkt dat aan een aantal aspecten, zoals eerlijke verdeling van werkdruk, klanttevredenheid, en de mate van commercieel inplannen van chauffeurs, weinig aandacht aan wordt besteed.

In de huidige versie van *Transplan* zitten een aantal functionaliteiten voor het planproces die betrekking hebben op het invoeren van restricties. Momenteel wordt er gebruik gemaakt van drie restricties: bloktijden van de klant, beschikbaarheid van de chauffeur en de beschikbaarheid van een voertuig. Wel kan de gebruiker van *Transplan* al veel gegevens invoeren waardoor er voor het aanmaken van restricties in de meeste gevallen weinig additionele gegevens worden ingevoerd. Restricties worden vaak overschreden doordat het systeem niet genoeg overzicht biedt aan de planners, waardoor zij zelf teveel moeten bijhouden over onder andere voorkeuren van chauffeurs en dergelijken. Deze kennis zou ook opgenomen moeten worden in het systeem, zodat er automatisch controles uitgevoerd kunnen worden. Als er één van de reeds bestaande restrictie wordt overschreden, wordt een notificatie getoond, en kan de planner ook meteen de fout

‘repareren’. Echter, deze notificaties functioneren nog niet optimaal, aangezien ze momenteel te snel weg geklikt worden door de planners, waardoor er nog steeds (mogelijk) onjuiste planningen gemaakt worden.

Uit de interviews met *Netko*, *Claassen* en *Peter Appel Transport* blijkt dat de vraag vanuit de klanten van *RGB+* zich veel meer richt op de mogelijkheid om zelf restricties aan te kunnen maken en bij te kunnen houden. De oplossing vinden we in het opstellen van het zogenaamde Restrictiemodel, waarin de hoofdaspecten van *Transplan* zijn opgenomen, namelijk ‘Order’, ‘Rit’, ‘Klant’, ‘Adres’, ‘Chauffeur’, ‘Getrokken Vloot’ en ‘Trekken Vloot’, en waartussen restricties kunnen worden aangemaakt door de gebruiker van *Transplan*. Het model is gevalideerd met behulp van use cases, wat beschrijvingen zijn van situaties uit de realiteit, die als restrictie in het systeem opgenomen moeten kunnen worden. Naast restricties bestaan er ook *Business Logica* regels, zoals ‘Een chauffeur en/of voertuig mogen niet dubbel ingepland worden op één moment’. Deze regels worden hard in *Transplan* gecodeerd, de gebruiker kan wel de bijbehorende prioriteit aanpassen.

Het hele model van restricties moet naadloos in *Transplan* worden opgenomen. Hiervoor adviseren we een nieuwe module om de restricties te beheren – de Restrictiemodule – , en volgens ons moet er functionaliteit worden toegevoegd aan bestaande menu’s voor o.a. statische data. In deze nieuwe module moet de gebruiker dus een restrictie, een regel tussen twee kenmerken van twee attributen – met een zekere prioriteit -, kunnen aanmaken en aanpassen. Overschrijdingen van deze restricties moeten worden gemeld met notificaties, waarvoor vele mogelijkheden zijn. Per prioriteit-categorie hebben we een ander notificatie-ontwerp met bijbehorende kenmerken, gemaakt. Ook deze notificaties moeten kunnen worden beheerd in een tweede, nieuwe module in *Transplan*, de Notificatiemodule genaamd..

Beantwoording hoofdvraag

Restricties zijn in deze oplossing altijd relevant voor elke specifieke klant, aangezien deze door de gebruiker zelf worden aangemaakt. Door dit Restrictiemodel op te nemen in *Transplan*, waarvoor dus twee nieuwe modules moeten worden geschreven, en er extra functionaliteit toegevoegd moet worden aan bestaande menu’s, wordt het planproces flink verbeterd. Verder worden de *Business Logica* regels vast geprogrammeerd in *Transplan*, omdat deze voor iedereen relevant worden geacht, al kan de gebruiker zelf aangeven hoe belangrijk ze een *Business Logica* regel vinden, ook ten opzichte van restricties.

VOORWOORD

Voor u ligt het resultaat van een 9-weken durend proces, de bachelor opdracht genaamd. Ter afsluiting van mijn bachelor opleiding Technische Bedrijfskunde(TBK) heb ik de afgelopen tijd onderzoek gedaan naar de implementatie van relevante restricties in het Transport Management Systeem van *RGB+*. Dit heb ik gedaan door drie dagen per week stage te lopen bij *RGB+* en één dag per week op de universiteit te schrijven aan mijn scriptie.

Deze specifieke opdracht ben ik op het pad gekomen dankzij mijn werkzaamheden bij het moederbedrijf van *RGB+*, *OVSoftware* uit Oldenzaal. Tevens was deze opdracht reeds bekend bij de universiteit. Ik heb voor de opdracht van *RGB+* gekozen omdat deze mijns inziens een sterke verbinding heeft met een aantal onderwerpen uit TBK en mij juist deze onderwerpen binnen mijn studie me ook erg aanspreken. Mijn interessegebied ligt dan ook veelal op het grensgebied tussen logistiek en ICT, met de focus op de procesoptimalisatie.

Het waren negen enerverende weken, waarin ik veel heb geleerd over de besproken onderwerpen en het meedraaien in een bedrijf uit de logistieke (ICT) sector. Ook heb ik veel geleerd over mezelf, over hoe ik een dergelijk project aanpak en wat mijn sterke en zwakke punten hierin zijn. Dit hele leerproces was niet mogelijk geweest zonder de hulp van mijn begeleiders. Vanuit de *Universiteit Twente* kon ik altijd rekenen op het advies en sturing van Martijn Mes, wiens hulp voor het onderzoek vaak erg waardevol bleek. Vanuit *RGB+* ben ik regelmatig voorzien van hulp door Remco Groot Beumer, met wie ik vaak heb samengewerkt en heb kunne discussiëren over het einddoel en het pad er naar toe. Bij dezen wil ik dan ook mijn begeleiders van harte bedanken, evenals iedereen uit mijn omgeving die mij hebben geholpen tijdens deze bachelor opdracht.

Enschede, 8 december 2014

INHOUDSOPGAVE

Managementsamenvatting	5
Voorwoord	7
Inhoudsopgave	9
Figurenlijst	11
Tabellenlijst	12
Afkortingenlijst	13
1. Probleemstelling	15
1.1 Achtergrondinformatie	15
1.1.1 RGB+ Automatisering B.V.	15
1.1.2 Transport Management Systeem	15
1.1.3 Transplan	16
1.1.4 Vehicle Routing Problem	16
1.1.5 Restricties	16
1.2 Aanleiding	17
1.2.1 Aanleiding onderzoek	17
1.2.2 Aanleiding voor RGB+	18
1.2.3 Wetenschappelijke aanleiding	18
1.3 Doelstelling	18
1.4 Onderzoeksvraag	19
1.5 Conclusie	19
2. Methodologie	21
2.1 Onderzoeksmethoden	22
2.1.1 Literatuur	22
2.1.2 Analyse Transplan	22
2.1.3 Besprekingen RGB+	22
2.1.4 Interviews klanten	22
2.1.5 Implementatie	23
2.2 Onderzoeksmodel	23
2.3 Deliverables	24
2.4 Conclusie	24
3. Literatuur	25
3.1 Traveling Salesman Problem & Vehicle Routing Problem	25
3.2 Varianten op het VRP	27
3.3 Veel voorkomende restricties	30
3.4 Prioriteitstelling restricties	30
3.5 Conclusie	31
4. Analyse Transplan	33
4.1 Functionaliteiten Transplan	33
4.1.1 Eenduidige registratie van klanten, voertuigen, medewerkers	33
4.1.2 Systeem is met parameters af te stemmen	36
4.1.3 Eenvoudige orderverwerking	37
4.1.4 Capaciteitsplanning	37
4.1.5 Grafisch planbord inclusief drag & drop-functie	38
4.1.6 Urenoverzicht	39
4.2 Route-optimalisatie	39

4.3 Deelvragen.....	40
4.4 Conclusie	42
5. Gebruikersanalyse.....	43
5.1 Interviews.....	43
5.1.1 Profielschets	43
5.1.2 Interviewvragen	44
5.1.3 Belangrijke uitkomsten	45
5.2 Use cases	48
5.2.1 Vorm use cases en transformatie naar restricties	48
5.2.2 Proces use cases en <i>Business Logica</i>	49
5.2.3 Use cases met bijbehorende restricties.....	49
5.3 Restrictiemodel	51
5.3.1 Toelichting Restrictiemodel	51
5.3.2 Controle Restrictiemodel.....	55
5.4 Conclusie	56
6. Implementatie van model en notificaties.....	57
6.1 Restrictiemodel	57
6.2 <i>Business Logica</i> -regels.....	57
6.3 Notificaties.....	58
6.3.1 Verschillende notificaties	58
6.3.2 Waar zijn notificaties nodig?	59
6.3.3 Instelbaarheid notificaties.....	59
6.3.4 <i>Business Logica</i>	59
6.3.5 Voorkeuren vanuit klanten en <i>RGB+</i>	59
6.3.6 Technische aspecten.....	60
6.3.7 Keuze voor notificaties	61
6.4 Implementatieplan.....	62
6.4.1 Restricties	62
6.4.2 <i>Business Logica</i>	65
6.4.3 Notificaties.....	65
6.5 Conclusie	66
7. Conclusies & aanbevelingen	67
7.1 Conclusies van de deelvragen	67
7.2 Conclusie van de hoofdvraag.....	70
7.4 Aanbevelingen.....	70
Referenties	71
Appendices.....	73
Appendix I – Plan van aanpak	73
Appendix II – Uitwerkingen interviews klanten <i>RGB+</i>	75
Interview <i>Netko</i>	75
Interview <i>Claassen</i>	78
Interview <i>Peter Appel Transport</i>	81
Appendix III – Attributen voor het Restrictiemodel.....	84

FIGURENLIJST

FIGUUR 2.1 - ONDERZOEKSMODEL.....	24
FIGUUR 4.1 - INVOER KLANTGEGEVENS	34
FIGUUR 4.2 - INVOER ADRESSEN	34
FIGUUR 4.3 - INVOER VOERTUIGEN.....	35
FIGUUR 4.4 - INVOER CHAUFFEURS	36
FIGUUR 4.5 - AANPASSEN WAARDES VAN PARAMETERS.....	36
FIGUUR 4.6 - ORDER HANDMATIG INVOEREN	37
FIGUUR 4.7 - CAPACITEITSPANNING	38
FIGUUR 4.8 - PLANBORD <i>TRANSPLAN</i>	38
FIGUUR 4.9 - URENOVERZICHT	39
FIGUUR 4.10 - MELDING VAN OVERSCHRIJDING VAN RESTRICTIE BESCHIKBAARHEID CHAUFFEUR	41
FIGUUR 4.11 - MELDING VAN OVERSCHRIJDING VAN RESTRICTIE DUBBEL INPLANNEN	41
FIGUUR 4.12 - MELDING VAN OVERSCHRIJDING VAN RESTRICTIE BLOKTIJD KLANT	42
FIGUUR 5.1 - LEGENDA VAN HET RESTRICTIEMODEL.....	53
FIGUUR 5.2 - RESTRICTIEMODEL	54
FIGUUR 6.1 - COLLAGE MOGELIJKE NOTIFICATIES.....	62
FIGUUR 6.2 - STATISCHE DATA ENTITEITEN & ATTRIBUTEN	63
FIGUUR 6.3 - RESTRICTIEMODULE EXCEL	64
FIGUUR 6.4 - NOTIFICATIES	66

TABELLENLIJST

TABEL 2.1 - KOPPELING DEELVRAGEN & ONDERZOEKSMETHODEN	21
TABEL 3.1 - KENMERKEN VAN EEN <i>VRP</i> (BODIN, GOLDEN, ASSAD, & BALL, 1983).....	28
TABEL 3.2 - KENMERKEN PER VARIANT OP HET <i>VRP</i>	29
TABEL 5.1 - CRITERIA VOOR RESTRICTIES.....	55
TABEL 6.1 - BASISCONFIGURATIE NOTIFICATIES	61
TABEL 6.2 - SCHRIJFWIJZE RESTRICTIES MODEL.....	64
TABEL III.1 - LIJST MET ATTRIBUTEN.....	85

AFKORTINGENLIJST

ADR	Accord européen relatif au transport international de marchandises Dangereuses par Route
BL	Business Logica
CVRP	Capacitated Vehicle Routing Problem
EDI	Electronic Data Interchange
MDVRP	Multi-Depot Vehicle Routing Problem
MO-VRP	Multi-Objective Vehicle Routing Problem
OVRP	Open Vehicle Routing Problem
PAT	Peter Appel Transport
SB-VRP	Swap Body Vehicle Routing Problem
SDVRP	Site-Dependent Vehicle Routing Problem
TBK	Technische Bedrijfskunde
TLN	Transport en Logistiek Nederland
TMS	Transport Management Systeem
TSP	Traveling Salesman Problem
VRP	Vehicle Routing Problem
VRPTW	Vehicle Routing Problem with Time Windows

1. PROBLEEMSTELLING

In dit hoofdstuk zal de basis van dit onderzoek worden besproken. We gaan in op de achtergrond van de opdrachtgever en haar Transport Managementsysteem(TMS) en de aanleiding voor het onderzoek, zowel in het algemeen als vanuit het perspectief van de opdrachtgever en de wetenschap. Verder behandelen we de doelstelling van dit onderzoek en de onderzoeksvragen.

1.1 ACHTERGRONDINFORMATIE

Om het één en ander later in het verslag te kunnen beschrijven introduceren we in deze paragraaf een aantal onderwerpen. Zo behandelen we kort de achtergrond van RGB+, Transport Management Systemen(TMS), het door RGB+ ontwikkelde TMS *Transplan*, en gaan we in op het zogenaamde *Vehicle Routing Problem* en restricties in transportplanning.

1.1.1 RGB+ AUTOMATISERING B.V.

RGB+ Automatisering B.V., in het vervolg afgekort tot RGB+, is een klein bedrijf uit Raalte wat gespecialiseerd is in betaalbare softwareoplossingen voor logistieke ondernemingen. Hiervoor hebben ze zelf oplossingen gemaakt voor systemen op het gebied van Transport Management Systeem, Wagenparkbeheer en Onderhoudsregistratie. Tevens hebben ze Warehouse Management Systemen en andere logistiek-ondersteunende ICT-systemen ontwikkeld. Het bedrijf is opgericht in 1999 door Remco Groot Beumer, en in 2011 samengegaan in de *OVSoftware Groep*, een grote ICT-dienstverlener in Oost-Nederland met ruim 100 IT-professionals, waar RGB+ nu makkelijk aanspraak op kan maken.

1.1.2 TRANSPORT MANAGEMENT SYSTEEM

Om straks diep in te kunnen gaan op de materie is het van belang om meer te weten over de huidige TMS-oplossing van RGB+, *Transplan* genaamd. Een TMS valt te zien als een alomvattend softwarepakket ter ondersteuning van de beslissing over transport (Visser & Van Goor, 2004). Belangrijke onderdelen van een TMS kunnen zijn: het ondersteunen van inkoop van transportdiensten, optimaliseren van routes en het registreren en onderhouden van transportplanningen (Visser & Van Goor, 2004). Visser & Van Goor (2004) onderscheiden de volgende functies van een TMS (toebehorend aan verschillende stadia binnen transport):

- de voorbereiding, zoals de acquisitie van vracht en transportmogelijkheden, vaak door middel van *Electronic Data Interchange (EDI)*, data-uitwisseling protocol) of internet;
- de planning, zoals het inboeken van een rit, de routeplanning en het communiceren van de verwachte vertrek- en aankomsttijd;
- de controle van de voortgang van de rit, alsook de controle van de conditie van de lading en het voertuig. Hierbij wordt gebruikgemaakt van *tracking & tracing* en EDI;
- de financieel-administratieve afhandeling;
- de managementinformatie.

1.1.3 TRANSPLAN

Transplan is de TMS-oplossing van RGB+, die breed inzetbaar is voor elke logistieke dienstverlener, met sterke punten in de flexibele en modulaire oplossingsrichting, welke zeer eenvoudig op klantmaat aan te passen is, zonder overbodige extra's. Er zijn verschillende functionaliteiten binnen *Transplan* te onderscheiden, namelijk (Groot Beumer, 2014):

- **Eenduidige registratie van klanten, voertuigen en medewerkers;**
- Flexibel tariefbeheer;
- **Systeem is via parameters op de gewenste situatie af te stemmen;**
- **Eenvoudige orderverwerking;**
- **Capaciteitsplanning;**
- **Grafisch planbord incl. drag & drop-functie;**
- Geautomatiseerde facturatie;
- Registratie en flexibele rapportage van kwaliteit, emballage en prestaties (tijdigheid, temperatuur, marge-analyse etc.);
- CAO onkostenmodule;
- **Urenoverzicht;**
- Wagenparkbeheer;
- Goede integratiemogelijkheden met bestaande:
 - Financiële administraties;
 - Plansoftware;
 - Boordcomputers.

Met name de dikgedrukte functionaliteiten zijn relevant voor de implementatie van restricties, deze functionaliteiten behandelen we verder in **PARAGRAAF 4.1.** en in **PARAGRAAF 1.1.5** definiëren we restricties. De bijbehorende modules zijn dan ook de onderdelen van *Transplan* die verder worden onderzocht in dit onderzoek.

1.1.4 VEHICLE ROUTING PROBLEM

Een bekend probleem binnen de logistieke sector is het zogenaamde *Vehicle Routing Problem* (VRP). Er zijn meerdere varianten op het VRP, hier lezen we later in **PARAGRAAF 3.2** meer over. Het standaard-VRP wordt door Baker & Ayechev (2003) beschreven als volgt:

Het VRP beschrijft een probleem waarbij een bepaald aantal klanten, elk met een bekende vraag die dan wel opgehaald dan wel geleverd moet worden. Voertuigen moeten vanaf één basisstation de benodigde vraag ophalen/leveren en daarna terugkeren naar het basisstation, waarbij elk voertuig is gelimiteerd in capaciteit (maximaal gewicht en/of afmetingen van de belading) en actieradius. De uitdaging in het standaard VRP ligt in het vinden van één of meerdere routes die voldoen aan de gestelde beperkingen en waarbij tegelijkertijd de kosten (of totale duur van een route etc.) geminimaliseerd worden.

1.1.5 RESTRICTIES

Een belangrijk onderdeel in het VRP is het hanteren van restricties, in de Engelstalige literatuur bekend als '*constraints*'. Echter, er zijn niet veel sluitende definities te vinden voor het begrip 'restrictie'. We definiëren restricties, binnen een transportomgeving, daarom als volgt: een restrictie representeert een regel waaraan één onderdeel - of een combinatie tussen meerdere onderdelen, te weten 'orders', 'ritten', 'chauffeur', 'klant', 'adres', trekkende vloot' en 'getrokken vloot' - moet voldoen, tijdens het aanmaken van een rit. Hierbij kan er een prioriteit worden meegegeven, waardoor er onderscheid gemaakt kan worden tussen belangrijke en minder belangrijke restricties. Deze restricties beschouwen we zo zuiver mogelijk. Zo zien we een

restrictie zoals 'de CO₂-uitstoot mag niet meer bedragen dan x ton' als indirecte restrictie, hij houdt namelijk teveel verband met een directe restrictie zoals 'het maximaal aantal kilometers per voertuig per route bedraagt x kilometers'. We laten dit soort indirecte restricties daarom buiten beschouwing

Daarnaast is er nog onderscheid te maken in expliciete en impliciete restricties. Expliciete restricties zijn restricties die als zodanig door de planner worden aangemaakt, dit beslaat verreweg de grootste groep. Impliciete restricties zijn restricties die hard in het planningsmechanisme zitten ingebouwd, meestal gebaseerd op logica (zoals dat een voertuig niet op één moment voor twee ritten ingezet kan worden). Impliciete restricties worden in **HOOFDSTUK 5** verder toegelicht onder de naam '*Business Logica*'.

Ten slotte maken we nog het onderscheid tussen zachte, semi-harde en harde restricties. Onder zachte restricties verstaan we regels die door de planner overschreden mogen worden. Zo kunnen bijvoorbeeld voorkeuren van chauffeurs als softe restrictie geïnterpreteerd worden, hier wil je je als planner graag aanhouden, maar niet tegen iedere prijs. Harde restricties daarentegen zijn restricties waar je je als bedrijf altijd aan moet houden, meestal vanwege wetgeving (zoals het verplichte ADR-certificaat voor het vervoeren van gevaarlijke ADR-lading). Daartussenin bevinden zich nog semi-harde restricties, waarbinnen verschillende prioriteiten gegeven kunnen worden, corresponderend met de mate waarin een restrictie niet overschreden mag worden.

1.2 AANLEIDING

In deze paragraaf behandelen we achtereenvolgens de aanleiding voor het onderzoek in het algemeen, voor *RGB+* en voor de wetenschap.

1.2.1 AANLEIDING ONDERZOEK

Met een *TMS* kan men in de basis de gehele transportadministratie en -planning opstellen en bijhouden, waarbij de gebruiker voor het opstellen van optimale routes het bijbehorende *VRP* exact of heuristisch op kan lossen met een *TMS*. Hierin moeten de restricties dus zeker ook worden opgenomen. Echter is de transportsector, als hoofdafnemer van *TMS*-oplossingen, een erg diverse sector. Werkgeversorganisatie *Transport en Logistiek Nederland (TLN)* geeft op haar website aan dat de volgende deelmarkten te onderscheiden zijn (Informatie over deelmarkten, 2014):

- Afvalstoffentransport;
- Ferry Transport;
- Agrarisch Vervoer;
- Autotransport;
- Bouwmaterialenvervoer;
- Distributievervoer;
- Exceptioneel Transport;
- Kiepautobedrijven;
- Koeriers en Expres;
- Rijdende Melkontvangst;
- Sierteeltvervoerders;
- Tank en Silovervoer;
- Veetransport Saveetra;
- Verhuisvervoer;
- Alliantie Zeecontainervervoerders;

Binnen deze deelmarkten heerst ook weer een grote diversiteit, ieder bedrijf is weer uniek. Zo zijn er transportbedrijven binnen de 'Distributievervoer' die de temperatuur van hun lading op peil

moeten houden, waar andere bedrijven weer regelmatig te maken hebben met *ADR* (lading met giftige stoffen). Dus, gezien de diversiteit die zowel tussen als binnen de deelmarkten heerst, moeten de gebruikers van *Transplan* zelf kunnen aangeven welke restricties zij hanteren. Immers, de wens vanuit *RGB+* is om '*Transplan* breed inzetbaar te hebben voor elke logistieke dienstverlener' (Groot Beumer, 2014). Zodoende moet de gebruiker zelf restricties kunnen aanmaken en deze naar wens een prioriteit mee kunnen geven. Daarnaast moet natuurlijk ook de waarde of het waarde bereik van een restrictie kunnen worden aangegeven per bedrijf. Dit alles kan bewerkstelligd worden door een model op te stellen dat bruikbaar is voor alle gebruikers van *Transplan* doordat er nieuwe restricties aangemaakt en beheert kunnen worden door de gebruiker zelf.

1.2.2 AANLEIDING VOOR *RGB+*

Het verbeteren van de manier waarop planningsoftware omgaat met restricties kan een aantal redenen hebben. Zo kan kostenreductie, maar ook het actueel houden van de data, of zelfs het bezuinigen op personeelskosten een drijfveer zijn achter het verbeteren van je restricties zijn. Echter, bij *RGB+* is er iets anders aan de hand. Momenteel worden er namelijk teveel fouten gemaakt door de eindgebruikers van de planningsoftware van *RGB+*, de planners. Het probleem hierbij is meervoudig. Zo worden regelmatig restricties overschreden, worden er ritten gepland die niet kunnen worden uitgevoerd en worden er onwillekeurig en onterecht te snel meldingen ten gevolge van restrictieoverschrijdingen weg geklikt. Ook krijgen planners niet de goede – visuele – feedback qua restricties tijdens het inplannen van ritten. Om fouten in het planproces te reduceren is het van belang dat *RGB+* kennis heeft over de in de sector relevante restricties, en hoe deze kennis het beste geïmplementeerd kan worden in haar softwaresysteem *Transplan*.

1.2.3 WETENSCHAPPELIJKE AANLEIDING

Dit onderzoek is ook in wetenschappelijk opzicht van belang en vernieuwend. Een verkenning in zowel niet-wetenschappelijk als wetenschappelijke bronnen, zoals *Scopus*, *Google Scholar* en *Web of Science*, levert niet de kennis op die in dit verslag beschreven staat, namelijk een onderzoek naar transportrestricties, hoe deze in een model onder te brengen zijn en een praktische beschrijving van de implementatie. Zodoende draagt dit onderzoek en het bijbehorende verslag ook wezenlijk bij aan het onderzoek binnen *Operations Research*.

1.3 DOELSTELLING

Het doel van dit onderzoek bij *RGB+* is om planners betere ritten te laten plannen door het gebruik van – door de gebruiker zelf opgestelde - restricties. In de optimale situatie kan de klant met een module zelf restricties aanmaken, binnen het kader wat is gesteld in samenspraak met *RGB+* en een aantal van haar klanten (zie **PARAGRAAF 4.1** voor meer informatie over deze klanten). Deze restricties komen daarmee in eigen beheer van de klant, en daarnaast kunnen ze deze restricties in de ideale situatie verschillende gewichten, naar ratio van prioriteit, toekennen. Hiervoor is een doel van dit onderzoek om er achter te komen hoe een module waarin restricties beheert kunnen worden, het beste opgezet kan worden. Dit alles moet resulteren in een overzichtelijkere en betere planmodule, waarmee de fouten gereduceerd worden.

1.4 ONDERZOEKSVRAAG

Voor een succesvol onderzoek is het essentieel om de probleemstelling zo scherp mogelijk te definiëren. Hiervoor hebben we een hoofdvraag en daaruit volgende deelvragen opgesteld, waarbij het antwoord op de hoofdvraag het uiteindelijke onderzoeksresultaat representeert. Voor dit onderzoek hebben we de volgende hoofdvraag opgesteld:

Hoe kunnen relevante restricties worden opgenomen in een klant-specifiek model, met inachtneming van de noodzaak tot een naadloze implementatie van dit model in het TMS van RGB+?

Voor de deelvragen hebben we een categorisering gemaakt, waardoor de deelvragen te maken hebben met de vier hoofdaspecten van dit onderzoek, namelijk 'Literatuur', 'Analyse *Transplan*', 'Gebruikersanalyse' en 'Implementatie'. De impact die deze categorisering heeft op het onderzoek wordt duidelijk gemaakt in **HOOFDSTUK 2**.

Literatuur

1. Welke restricties afkomstig vanuit de wetenschappelijke literatuur kunnen een rol spelen in het plannen van ritten?
2. Wat zeggen wetenschappelijke artikelen over verschillen in prioriteiten tussen restricties in de transport?

Analyse *Transplan*

3. Welke restricties worden momenteel weergegeven in *Transplan*?
4. Welke restricties worden impliciet meegenomen?
5. Bij welke van de restricties die vaak overschreden worden is de impact van overschrijding het hoogst, en bij welke restricties is de overschrijdingsfrequentie het hoogst?
6. Hoe worden overschrijdingen momenteel weergegeven in *Transplan*?
7. Hoe zijn de in het planproces gemaakte fouten onder te verdelen?
8. Waardoor worden er momenteel fouten gemaakt in het planproces?

Gebruikersanalyse

9. Welke restricties ontbreken er in *Transplan*?
10. In welke segmenten is de transportsector op te delen, gelet op verschillen in prioriteit van restricties?

Implementatie

11. Hoe kan de restrictiemodule het beste worden weergegeven om fouten door overschrijdingen van restricties te minimaliseren?
12. Op welke manier zouden restricties, en het overschrijden ervan, moeten worden weergegeven op een planbord om zodoende fouten te minimaliseren?

1.5 CONCLUSIE

We weten nu meer over de opdrachtgever en de aanleiding en de doelstelling voor dit onderzoek zijn opgesteld. Tot slot zijn we gekomen bij de onderzoeksvraag, waarbij de hoofdvraag en de bijbehorende deelvragen gegeven zijn.

2. METHODOLOGIE

In dit hoofdstuk zullen we de gebruikte methodologie behandelen. Deze methodologie valt uiteen in een vijftal onderdelen, namelijk:

- *Literatuur* -Het theoretisch kader
- *Analyse Transplan* -Beschrijving huidige performance
- *Besprekingen RGB+* -Verdieping beschrijving van huidige performance
- *Interviews bedrijven* -Vergaren van input vanuit klanten van RGB+
- *Ontwerpen* -Onderzoek naar optimale implementatie oplossing

Elk van deze onderdelen is gekoppeld aan een selectie van de deelvragen, zodat elke deelvraag wordt behandeld in één of meer onderdelen van dit onderzoek. Deze koppeling van deelvragen aan onderzoeksmethoden wordt weergegeven in **TABEL 2.1**.

	<i>Literatuur</i>	<i>Analyse Transplan</i>	<i>Besprekingen RGB+</i>	<i>Interviews bedrijven</i>	<i>Implementatie</i>
Hoofdstuk 3. Literatuur					
1. Welke restricties afkomstig vanuit de wetenschappelijke literatuur kunnen een rol spelen in het plannen van ritten?	1				
2. Wat zeggen wetenschappelijke artikelen over verschillen in prioriteiten tussen restricties in de transport?	1				
Hoofdstuk 4. Analyse Transplan					
3. Welke restricties worden momenteel weergegeven in <i>Transplan</i> ?		1			
4. Welke restricties worden impliciet meegenomen?		1			
5. Bij welke van de restricties die vaak overschreden worden is de impact van overschrijding het hoogst en bij welke restricties is de overschrijdingsfrequentie het hoogst?		1	2		
6. Hoe worden overschrijdingen momenteel weergegeven in <i>Transplan</i> ?		1			
7. Hoe zijn de in het planproces gemaakte fouten onder te verdelen?		1			
8. Waardoor worden er momenteel fouten gemaakt in het planproces?		1	2		
Hoofdstuk 5. Gebruikersanalyse					
9. Welke restricties ontbreken er in <i>Transplan</i> ?				1	
10. In welke segmenten is de transportsector op te delen, gelet op verschillen in prioriteit van restricties?			1	2	
Hoofdstuk 6. Implementatie					
11. Hoe kan de restrictiemodule het beste worden weergegeven om fouten door overschrijdingen van restricties te minimaliseren?			2	2	1
12. Op welke manier zouden restricties, en het overschrijden ervan, moeten worden weergegeven op planbord om zodoende fouten te minimaliseren?			2	2	1

TABEL 2.1 - KOPPELING DEELVRAGEN & ONDERZOEKSMETHODEN

In **TABEL 2.1** zien we de koppeling tussen deelvragen en onderzoeksmethoden en in welk hoofdstuk we de verschillende deelvragen zullen beantwoorden. Hierbij betekent een '1' dat de betreffende methode leidend is en een '2' dat de betreffende methode ondersteunend werkt in een beantwoording van de deelvraag.

2.1 ONDERZOEKSMETHODEN

In deze paragraaf lichten we de vijf onderzoeksmethoden verder toe. Tevens zal per onderzoeksmethode duidelijk worden gemaakt waar in het verslag deze onderzoeksmethoden gebruikt worden.

2.1.1 LITERATUUR

We bespreken in **HOOFDSTUK 3** wat er vanuit de literatuur bekend is over de verschillende types van het *Vehicle Routing Problem* met bijbehorende kenmerken en restricties. Hiervoor worden voornamelijk wetenschappelijke artikelen gebruikt. Zodoende behandelen we deelvragen 1 en 2.

2.1.2 ANALYSE *TRANSPLAN*

Er valt een hoop kennis te vergaren door op een gestructureerde manier de huidige situatie te analyseren aan de hand van de huidige versie van *Transplan* die door klanten gebruikt wordt. Hiervoor is een test-omgeving bij een klant van *RGB+* beschikbaar gesteld. In **HOOFDSTUK 4** zullen deelvragen 3 t/m 8 beantwoordt worden. Tevens zal voor de beantwoording van deelvragen 5 en 8 ook gebruik gemaakt worden van de interviews met klanten van *RGB+*

2.1.3 BESPREKINGEN *RGB+*

Besprekingen met *RGB+* zullen met name gehouden worden met Remco Groot Beumer, en zullen ondersteunend zijn bij de beantwoording van deelvragen 5, 8, 11 en 12. Omdat dit veelal korte sessies zijn, wordt dit verwerkt in de andere hoofdstukken en krijgt het geen eigen hoofdstuk. Voor de beantwoording van deelvraag 10 zijn de besprekingen met Remco Groot Beumer leidend. De besprekingen met *RGB+* volgen ook niet de structuur van de interviews met klanten, veelal zijn het korte vraag-en-antwoord sessies en discussies.

2.1.4 INTERVIEWS KLANTEN

Om input te vergaren voor de uitwerking van het model van restricties, het Restrictiemodel, gaan we bij drie klanten van *RGB+* interviews afnemen. Deze klanten behoren tot de deelmarkt *Distributievervoer*. De doelstelling van de interviews is het vergaren van inzicht in

- hoe er wordt omgegaan met restricties;
- welke restricties er nu mee gewerkt wordt en welke er missen;
- welke restricties hard zijn en welke soft;
- of restricties overschreden worden, en hoe erg dat is;
- het beheer van restricties, hoe ze worden ingevoerd in *Transplan*.

Hiervoor worden interviews afgenomen bij de volgende klanten:

- *Claassen B.V.*;
- *Netko*;
- *Peter Appel Transport*.

De vorm van het interview is half-gestandaardiseerd, waarbij voordelen van een gestandaardiseerd interview - de vergelijkbaarheid van de resultaten en de volledigheid van de gewenste informatie - gecombineerd worden met de voordelen van een open interview, namelijk dat er nog genoeg ruimte voor eigen inbreng – van beide partijen – is. Tijdens deze interviews zullen we middels opnameapparatuur, na goedkeuring van de respondent, waarborgen dat we naderhand de notulen kunnen controleren en aanvullen. Verder zullen de respondenten veelal bestaan uit managers van planafdelingen van de klanten van *RGB+*. Deelvraag 9 zal in **HOOFDSTUK 5** beantwoord worden. De beantwoording van deelvragen 10, 11 en 12 wordt tevens ondersteund door de interviews met klanten.

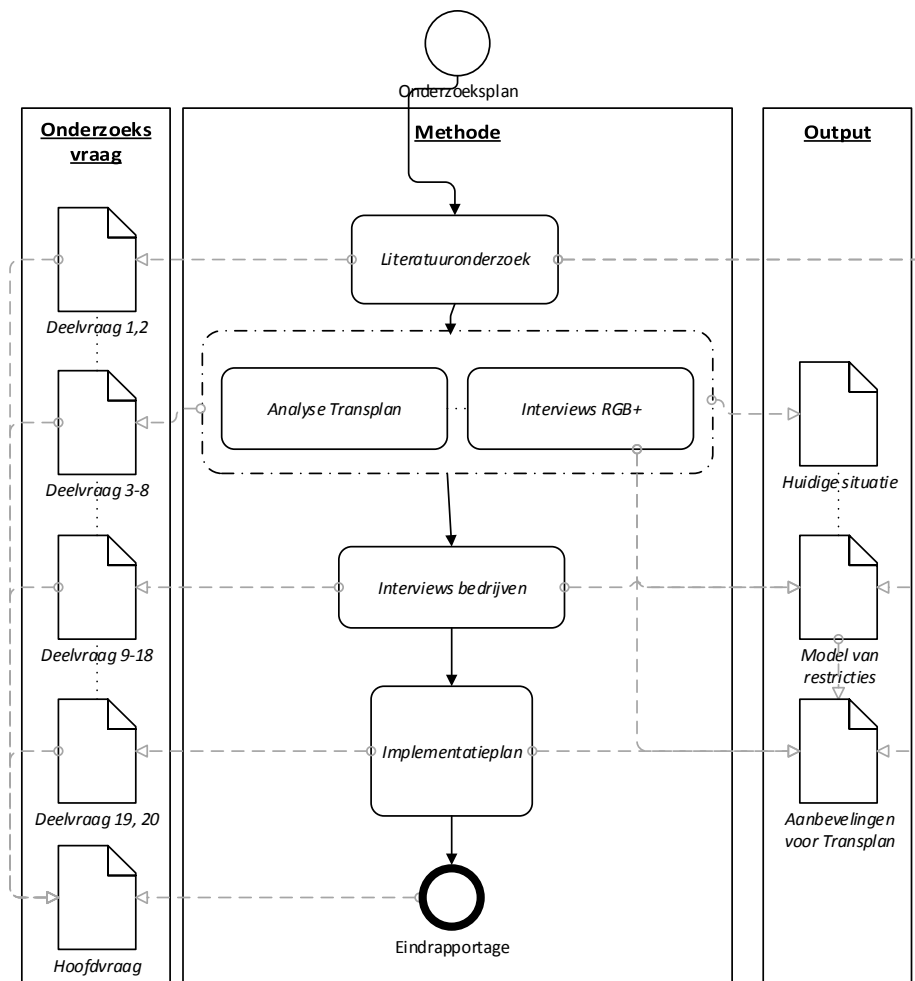
2.1.5 IMPLEMENTATIE

De restricties zijn nog niet bruikbaar als ze niet kunnen worden geïmplementeerd in *Transplan* van *RGB+*. Hiervoor is een implementatieplan nodig, met praktische handvatten waarmee de IT-specialisten van *RGB+* de oplossing kunnen invoeren. Naast de technische aspecten is het hierbij ook belangrijk dat wordt vastgelegd hoe het visueel ingericht wordt, en welke vormen van feedback gegeven worden. Een laatste aspect wat een waardevolle toevoeging zou zijn, is de mate waarin *Transplan* leert van de keuzes die de gebruiker maakt. Dit betekent dat als een planner consequent een configuratie verkiest boven een andere configuratie, dan kunnen fouten voorkomen worden door de preferente configuratie anders weer te geven dan de andere configuraties. Dit is één van de uitingen die met een zelf-lerend systeem mogelijk zijn.

Tijdens het ontwerpen en het opstellen van het implementatieplan zullen deelvragen 11 en 12 beantwoord worden in **HOOFDSTUK 6**. De beantwoording van deze beide deelvragen zal worden ondersteund door de besprekingen met *RGB+* en de interviews met de klanten.

2.2 ONDERZOEKSMODEL

Willen we de methodologie beter kunnen begrijpen dan is het goed om deze te visualiseren. In **FIGUUR 2.1** zien we het onderzoeksmodel, waarin de hoofdstappen met bijbehorende output staan afgebeeld. Het model begint met het onderzoeksplan, waarvan het origineel in **APPENDIX I** staat. Van hieruit onderzoeken we de literatuur, op zoek naar antwoorden op deelvragen 1 en 2. Hierna analyseren we de huidige situatie bij *RGB+*, door in te gaan op *Transplan*, en daarnaast besprekingen te houden met Remco Groot Beumer van *RGB+*. Hier volgen antwoorden voor deelvragen 3 t/m 8 uit. Vervolgens worden er klanten van *RGB+* geïnterviewd, om te komen tot beantwoording van deelvragen 9 t/m 18 en een model van restricties. Dit model vullen we vervolgens aan met restricties uit de literatuur en we verwerken de input vanuit besprekingen met *RGB+* in dit model. Hierna wordt het implementatieplan opgesteld, wat de beantwoording van deelvragen 19 en 20 oplevert, en een aantal aanbevelingen voor verbeteringen en uitbreidingen voor *Transplan*, waarin we ook input vanuit besprekingen met *RGB+* opnemen. Ten slotte eindigt het onderzoeksmodel met de eindrapportage, waarin de hoofdvraag beantwoord wordt.



FIGUUR 2.1 - ONDERZOEKSMODEL

2.3 DELIVERABLES

Het te verwachten eindresultaat zal de vorm hebben van een rapportage met onder meer het model waarin restricties opgenomen kunnen worden. Ook zal er een implementatieplan gepresenteerd worden, waarin duidelijk omschreven wordt hoe *RGB+* dit model kan verwerken in haar software, en hoe fouten gereduceerd kunnen worden door middel van notificaties. Dit komt dus neer op één model van restricties, en twee modules, beiden verder toegelicht in **HOOFDSTUK 6**. Dit implementatieplan moet dusdanig worden afgeleverd dat het naadloos ingevoerd kan worden door *RGB+*. Ten slotte zullen de belangrijkste resultaten uit het onderzoek beknopt gedeeld worden met de bedrijven die meegewerkt hebben aan het onderzoek.

2.4 CONCLUSIE

In dit hoofdstuk hebben we beschreven welke methodes er gebruikt zijn in dit onderzoek, namelijk het literatuuronderzoek, de analyse van *Transplan*, de besprekingen met *RGB+* en haar klanten en uiteindelijk het implementatieplan. Dit is nog eens compact weergegeven in het onderzoeksmodel in **FIGUUR 2.1**. Ten slotte hebben we kunnen lezen dat een duidelijk implementatieplan met een model van restricties en twee nieuwe modules de deliverable van dit onderzoek is.

3. LITERATUUR

Met een literatuuronderzoek komen we erachter wat er reeds in de literatuur beschreven is over ons onderzoeksonderwerp. In dit hoofdstuk gaan we eerst in op de achterliggende theorie, van het *Traveling Salesman Problem*(TSP) en het *Vehicle Routing Problem*(VRP). We gaan zien dat de laatste theorie veel varianten kent en we door restricties en hun verschillende prioriteiten te behandelen, komen we tot de beantwoording van deelvraag 1 en 2.

3.1 TRAVELING SALESMAN PROBLEM & VEHICLE ROUTING PROBLEM

Alvorens we in kunnen gaan op de deelvragen behorende bij dit hoofdstuk, is er theoretisch perspectief nodig. Hiervoor introduceren we het *Vehicle Routing Problem*(VRP), een veelbeschreven onderwerp in de literatuur. Het VRP op zijn beurt is weer een uitbreiding op het *Traveling Salesman Problem*. Laporte (1992) beschrijft het TSP als volgt:

Men heeft een set klanten en één bezorger - de *Traveling Salesman* - die alle klanten exact één keer moet bezoeken in een tour, ook wel een *Hamiltonian circuit* genoemd. Hierbij moeten de kosten (of de reistijd of afgelegde kilometers) volgend uit de verschillende afstanden die de bezorger aflegt, geminimaliseerd worden. Hierbij maken we onderscheid tussen zogenaamde symmetrische en asymmetrische tours, waarbij de afstanden (of kosten, of tijd) tussen twee klanten in verschillende volgordes respectievelijk gelijk en ongelijk zijn. Ook maken we onderscheid tussen *Euclidische* en *non-Euclidische* problemen, waarbij er respectievelijk wel en niet met hemelsbrede afstanden wordt gewerkt en waar respectievelijk wel of niet de driehoeksongelijkheid geldt.

Laporte et al. (2000) beschrijven het *Vehicle Routing Problem* als volgt:

Men heeft voor de set klanten m tours beschikbaar - al dan niet gelimiteerd door bijvoorbeeld het aantal voertuigen - die allen starten en eindigen bij een centraal depot, zo dat iedere klant exact één keer bezocht wordt, de totale vraag van de tour de totale capaciteit niet overschrijdt en aan de vraag wordt voldaan.

Bovenstaande definitie van het VRP is iets compacter dan die van Baker & Ayechev (2003) uit PARAGRAAF 1.1.4, maar beide definities komen in grote mate overeen.

Een VRP is net als een TSP als lineair programmeringsprobleem te formuleren, bestaande uit een doelfunctie (met een zeker optimalisatiecriterium zoals kosten) en restricties. Het TSP wordt meestal in klassieke vorm opgesteld, in de zogenaamde *DFJ*-formulering, naar Dantzig, Fulkerson, & Johnson (1954), belangrijke onderzoekers op onder andere het gebied van oplossingen voor het TSP (Laporte, 1992). Deze formulering voor het TSP, beschreven door Bodin et al. (1983) ziet er als volgt uit:

$$\begin{aligned} \min. & \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N c_{ij} x_{ij} \\ & \sum_{i=1}^N x_{ij} = 1, \text{ met } j = 1, \dots, N \\ & \sum_{j=1}^N x_{ij} = 1, \text{ met } i = 1, \dots, N \end{aligned}$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \notin S} x_{ij} = 1, \text{ voor iedere } S \subset S_0 = \{1, \dots, N\}, S \neq \emptyset$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}$$

Hierbij staat de variabele x_{ij} voor de keuze of dat de handelsreiziger van i naar j reist ($x_{ij}=1$) of niet ($x_{ij}=0$). Als deze reis wordt ondernomen, kost dat $c_{ij} \cdot 1$. De doelfunctie is het minimaliseren van de totale kosten. Achtereenvolgens zijn de restricties als volgt. Met de eerste restricties wordt vastgelegd dat de handelsreiziger iedere stad j precies één keer binnenkomt, waarbij in de tweede restricties staat dat de handelsreiziger iedere stad i precies één keer verlaat. Zodoende wordt een rechtlijnig pad gekozen, en wordt iedere stad exact één keer aangedaan. Om te voorkomen dat er verschillende subroutes ontstaan is de één-na-laatste restrictie toegevoegd, welke bepaalt dat er maar exact één tour mag bestaan. Tot slot legt de laatste restrictie vast dat x_{ij} een binaire variabele is. (van der Heijden & van der Wegen, 2011)

Het *VRP* is hierop een uitbreiding, deze stellen Kularni & Bhave (1985) op als volgt:

$$\begin{array}{l} \min. \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^V c_{ij} x_{ijk} \\ 1. \left| \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^V x_{ijk} = 1, \text{ met } j = 1, \dots, N-1 \right. \\ \hline 2. \left| \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^V x_{ijk} = 1, \text{ met } i = 1, \dots, N-1 \right. \\ \hline 3. \left| \sum_{i=1}^N x_{ihk} - \sum_{j=1}^N x_{hjk} = 0, \text{ met } k = 1, \dots, V \text{ en } h = 1, \dots, N \right. \\ \hline 4. \left| \sum_{i=1}^N Q_i \sum_{j=1}^N x_{ijk} \leq P_k, \text{ met } k = 1, \dots, V \right. \\ \hline 5. \left| \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N c_{ij} x_{ijk} \leq T_k, \text{ met } k = 1, \dots, V \right. \\ \hline 6. \left| \sum_{j=1}^{N-1} x_{Njk} \leq 1, \text{ met } k = 1, \dots, V \right. \\ \hline 7. \left| \sum_{i=1}^{N-1} x_{iNk} \leq 1, \text{ met } k = 1, \dots, V \right. \\ \hline 8. \left| y_i - y_j + N \sum_{k=1}^V x_{ijk} \leq N-1, \text{ met } 1 \leq i \neq j \leq N-1 \right. \\ \hline 9. \left| x_{ijk} \in \{0,1\} \text{ voor alle } i, j, k \right. \end{array}$$

We hebben gekozen voor een *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*, dit is de meest eenvoudige uitbreiding en daarom ook het best uit te leggen. In het CVRP moet aan de vraag van de klant worden gedaan, maar tegelijk is er een bekende capaciteit van de gebruikte voertuigen,

die niet overschreden mag worden. De variabelen voor dit single-depot probleem zijn gedefinieerd als volgt:

- c_{ij} = kosten per ladingeenheid per reis van klant i naar klant j
- x_{ijk} = binaire variabele, voor het wel(1) of niet(0) maken van de reis van klant i naar klant j met voertuig k

De parameters, die per specifiek *CVRP* verschillen, zijn als volgt:

- V = aantal voertuigen
- P_k = capaciteit van voertuig k
- T_k = maximale toegestane kosten (tijd of kilometers) per rit van voertuig k
- Q_i = vraag per klant i , met $Q_n=0$

In de bovenstaande formulering zorgen restrictie 1 en 2, analoog aan de eerste twee restricties in de TSP-formulering, ervoor dat iedere klant exact 1 keer door 1 voertuig wordt beleverd. Restrictie 3 zorgt voor de ritcontinuïteit. Restrictie 4 is de capaciteitsrestrictie, hiermee wordt vastgelegd dat de capaciteit niet wordt overschreden. Dit doet restrictie 5 voor de maximaal toegestane kosten T_k , die men kan definiëren als kilometers (eenheid is gelijk aan die van kosten c_{ij}). Met restricties 6 en 7 wordt vastgelegd dat de beschikbaarheid van een voertuig niet wordt overschreden. Verder wordt door restrictie 8, wederom analoog aan de één-na-laatste restrictie in de TSP-formulering, bepaald dat er geen subtours per voertuig mogen bestaan, oftewel dat elk voertuig 1 rit rijdt. Ten slotte is het zo dat de beslissingsvariabele x_{ijk} binair is, dus of een 0 of een 1 heeft als waarde, immers, voertuig k kan wel of niet een rit tussen klant i en j rijden. Het is logischerwijs niet mogelijk om deze rit 'een beetje' te rijden (Kulkarni & Bhavne, 1985). De verschillende varianten op het standaard-VRP zullen we in **PARAGRAAF 3.2** behandelen.

3.2 VARIANTEN OP HET VRP

Er zijn veel verschillende types van het VRP, elk met verschillende restricties, parameters en soms ook andere optimalisatiecriteria. De belangrijkste aspecten die een VRP kenmerken volgens Bodin et al. (1983) staan opgesomd in **TABEL 3.1**.

Karakteristieken	Mogelijke opties
Grootte van beschikbare vloot	1 voertuig
	Meerdere voertuigen
Soort beschikbare vloot	Homogeen (1 type voertuigen)
	Heterogeen (meerdere types voertuigen)
	Speciaal voertuigtype (compartimenten etc.)
Standplaats voertuigen	1 depot
	Meerdere depots
Soort vraag	Deterministisch (bekende) vraag
	Stochastische vraag
	Gedeeltelijk voldoen aan vraag
Locaties van vraag	Op knooppunten (niet per sé allemaal)
	Tussen knooppunten (niet per sé allemaal)
	Gemixt
Onderliggende netwerk	Ongericht
	Gericht

	Gemixt
	Euclidisch
Voertuigcapaciteit	Gegeven (allen gelijk)
	Gegeven (voor verschillende voertuigcapaciteiten)
	Ongelimiteerd
Maximum routetijd	Gegeven (allen gelijk)
	Gegeven (voor verschillende routes)
	Ongelimiteerd
Handelingen	Alleen laden
	Alleen lossen
	Laden en lossen
	Gesplitst lossen (al dan niet toegestaan)
Kosten	Variabel (/routekosten, per kilometer of per uur)
	Vaste kosten (zoals aanschafkosten voertuig)
	Kosten voor lege truck (/ boetekosten voor niet-voldane vraag)
Optimalisatiecriterium	Minimaliseer totale routekosten (variabel)
	Minimaliseer som van vaste en variabele kosten
	Minimaliseer aantal benodigde voertuigen
	Maximaliseer de bezettingsgraad gebaseerd op service/comfort
	Maximaliseer de bezettingsgraad gebaseerd op klantenprioriteiten

TABEL 3.1 - KENMERKEN VAN EEN VRP (BODIN, GOLDEN, ASSAD, & BALL, 1983)

Al deze aspecten zijn relevant om duidelijke klantenprofielen te schetsen, en zo met gepaste restricties per deelsegment te komen.

In de literatuur zijn verschillende varianten van het standaard-VRP te vinden. Volgens Pisinger & Ropke (2007) zijn de volgende varianten te onderscheiden:

- *Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)*;
- *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*;
- *Multi-Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP)*;
- *Site-Dependent Vehicle Routing Problem (SDVRP)*;
- *Open Vehicle Routing Problem (OVRP)*.

Nog een variant op het standaard-VRP die in dit verslag zeker het benoemen en beschrijven waard is, is het *Swap Body Vehicle Routing Problem (SB-VRP)* (Huber & Geiger, 2014). Hierbij kan de lading van verschillende voertuigen worden verwisselt. Hierbij kan men bijvoorbeeld denken aan een chauffeur van TNT Express die overdag van 16.00 tot 18.00 uur pakketjes ophaalt bij alle postkantoren in een bepaalde regio en 's avonds deze post in het depot aflevert. De nachtploeg verzamelt vervolgens alle pakketjes van alle vrachtwagens en verdeelt deze weer per postcode in een vrachtwagen. De volgende dag brengt de chauffeur de pakketjes voor zijn regio naar de ontvangers.

Wanneer we TABEL 3.1 invullen met de zes besproken VRP-varianten, dan verkrijgen we inzicht in hoe de VRP's zich tot elkaar verhouden, zie TABEL 3.2. Hierin zien we hoe volgens Pisinger & Ropke (2007) VRP's in de basis gekenmerkt worden en hoe ze van elkaar verschillen. Wel moet hierbij gezegd worden dat in de praktijk deze kenmerken flink verstrengeld zijn, in deze tabel gaat het om meer zuivere VRP's, en zijn slechts de kenmerken waarop ze verschillen weergegeven.

Karakteristieken	Mogelijke opties	<i>CVRP</i>	<i>VRPTW</i>	<i>OVRP</i>	<i>MDVRP</i>	<i>SDVRP</i>	<i>SB-VRP</i>
Grootte van beschikbare vloot	1 voertuig						
	Meerdere voertuigen						V
Soort beschikbare vloot	Homogeen (één type voertuig)	V	V	V	V	V	
	Heterogeen (meerdere types voertuigen)						V
	Speciaal voertuigtype (compartimenten etc.)						
Standplaats voertuigen	1 depot						
	Meerdere depots				V		V
Soort vraag	Deterministisch (bekende)	V	V	V	V	V	
	Stochastisch						
	Gedeeltelijk voldoen aan vraag						
Onderliggende netwerk	Ongericht						
	Gericht						V
	Gemixt						
	Euclidisch						
Voertuig-capaciteit	Gegeven (allen gelijk)	V	V	V	V	V	
	Gegeven (voor verschillende voertuigcapaciteiten)					V	V
	Ongelimiteerd						
Handelingen	Alleen laden						V
	Alleen lossen						V
	Laden en lossen						
	Gesplitst lossen (al dan niet toegestaan)						
Optimalisatie-criterium	Minimaliseer totale kosten	V			V	V	
	Minimaliseer som van vaste en variabele kosten						
	Minimaliseer aantal benodigde voertuigen		V	V			
	Maximaliseer de bezettingsgraad gebaseerd op service/comfort						
	Maximaliseer de bezettingsgraad gebaseerd op klantenprioriteiten						
Extra restrictie uit artikelen	Bloktijden waarbinnen be- diend moet worden		V				
Extra restrictie uit artikelen	Terugkeer bij depot	V	V				V
	Stoppen na laatste klant			V			

TABEL 3.2 - KENMERKEN PER VARIANT OP HET *VRP*

Voor een verdere beschrijving van deze *VRP*'s verwijzen we naar Bodin, Golden, Assad en Ball (1983). In het vervolg van het literatuuronderzoek richten we ons op de restricties behorend bij de verschillende *VRP*'s. Het feit dat er zoveel varianten op het *VRP* zijn, geeft aan dat er veel

aspecten een rol spelen, iets wat ook in de transportsector zo is. Daarom is er helaas niet een variant te noemen die we verder als basis kunnen gebruiken in de rest van dit onderzoek.

3.3 VEEL VOORKOMENDE RESTRICTIES

Nu we inzicht hebben verkregen in de verschillende *VRP*-varianten, kunnen we kijken naar welke restricties veelvuldig voorkomen in de literatuur. Hiermee beantwoorden we de eerste deelvraag, die als volgt luidt:

1. WELKE RESTRICTIES AFKOMSTIG VANUIT DE WETENSCHAPPELIJKE LITERATUUR KUNNEN EEN ROL SPELEN IN HET PLANNEN VAN RITTEN?

We vinden in veel artikelen een overlap qua restricties, daarom zullen we per artikel alleen de unieke restricties benoemen. De geciteerde artikelen zijn te vinden bij **REFERENTIES** en zijn veelal geselecteerd op basis van aantal citaten en de autoriteit van de auteurs in dit vakgebied. Alle artikelen zijn tevens gepubliceerd in, of refereren naar, een wetenschappelijk tijdschrift. De restricties gesorteerd per artikel komen we tot de volgende lijst:

- Volgorde van beleving van klanten;
- Bloktijden;
- Ritduur.

(Pisinger & Ropke, 2007)

- Capaciteit van voertuigen;
- Brandstofcapaciteit;
- Minimale en maximale werkuren van chauffeur;
- Grootte van vloot.

(Bodin, Golden, Assad, & Ball, 1983)

- Actie bij klanten: laden/lossen/laden & lossen.

(Desrochers, Lenstra, Savelsbergh, & Soumis, 1988)

- Aantal voertuigen (per type);
- Verhouding in aantal tussen verschillende voertuigen.

(Golden, Assad, Levy, & Gheysens, 1984)

- Voertuigsynchronisatie;
- Verschillende klanten moeten samen binnen één periode / één rit.

(van der Heijden & van der Wegen, 2011)

- Niet ieder voertuig kan bij iedere klant/depot.

(Huber & Geiger, 2014)

3.4 PRIORITEITSTELLING RESTRICTIES

Om te weten te komen hoe restricties zich volgens de literatuur tot elkaar verhouden, qua prioriteiten die er aan toegekend worden, zullen we tot de beantwoording van deelvraag 2 komen, die als volgt luidt:

2. WAT ZEGGEN WETENSCHAPPELIJKE ARTIKELEN OVER VERSCHILLEN IN PRIORITEITEN TUSSEN RESTRICTIES IN DE TRANSPORT?

In de literatuur over het *Vehicle Routing Problem* ligt de nadruk hoofdzakelijk op de technische kant, de optimalisatie en hoe dit tot stand komt. Weinig aandacht wordt er geschonken aan de implementatie van *real-life* restricties in dit planproces. In de meeste artikelen blijft het bij het benoemen van de verschillende restricties en hoe men deze opneemt in het model. Er wordt amper of niet ingegaan op hoe restricties zich tot elkaar verhouden, of welke restricties belangrijker worden geacht.

In Jozefowicz, Semet & Talbi (2008) zijn verschillende onderzoeken naar *multi-objective VRP* (*VRP's* waarbij meerdere optimalisatiecriteria van belang zijn) beschreven, waarbij er ook overwegingen uit *real-life* restricties zijn bekeken. Zo wordt er beschreven hoe er met de volgende zaken rekening gehouden moet worden (Jozefowicz, Semet, & Talbi, 2008):

- Werkdruk van verschillende chauffeurs (vanwege het inplannen op basis van persoonlijke kennis van planner over chauffeur, en optredende jaloezie tussen chauffeurs als ze hun roosters vergelijken).
- Klanttevredenheid (als resultaat van het binnen tijdsvakken beleverd worden).
- Commercieel distribueren (chauffeurs standaard op bepaalde klanten zetten).

Hieruit blijkt dat er in de keuze van prioriteiten voor restricties rekening gehouden zou moeten worden met zaken als werkdruk, klanttevredenheid en de mate van commercieel zijn bij het planproces. Uiteindelijk blijft wel de belangrijkste conclusie die we uit de literatuur kunnen trekken dat restricties vooral afhangen van de variant van het *VRP* die wordt gehanteerd.

3.5 CONCLUSIE

Dankzij het literatuuronderzoek hebben we meer inzicht verkregen in belangrijke onderwerpen binnen de route-optimalisatie, namelijk het *Traveling Salesman Problem* en diens uitbreiding, het *Vehicle Routing Problem*. Van het *VRP* bestaan vele varianten, elk weer met verschillende kenmerken en verschillende mogelijke configuraties en parameters. We zijn op zoek gegaan naar veel voorkomende restricties en we hebben de verschillen in prioriteit tussen restricties behandeld, waarmee we de deelvragen 1 en 2 hebben beantwoord.

4. ANALYSE *TRANSPLAN*

Nu er een theoretisch kader is geschetst zullen we een analyse maken van het TMS van RGB+, Transplan. Hierbij wordt uitgegaan van de huidige situatie, zoals deze ook wordt gebruikt door planners. We gaan in op de belangrijkste functionaliteiten, op het onderdeel wat zorgt voor de route-optimalisatie en we komen tot de beantwoording van deelvragen 3 tot en met 8.

4.1 FUNCTIONALITEITEN *TRANSPLAN*

In **HOOFDSTUK 1** hebben we al kennis gemaakt met *Transplan*, het TMS wat RGB+ ontwikkeld heeft. Hier hebben we besproken wat een TMS in het algemeen inhoudt en door welke eigenschappen een TMS gekenmerkt worden. Hierna hebben we kort gezien wat *Transplan* uniek maakt en dat we ons zullen richten op de volgende functionaliteiten van *Transplan*:

- Eenduidige registratie van klanten, voertuigen en medewerkers;
- Systeem is via parameters op de gewenste situatie af te stemmen;
- Eenvoudige orderverwerking ;
- Capaciteitsplanning;
- Grafisch planbord incl. *drag & drop*-functie (het *decision support system*);
- Urenoverzicht.

Elk van deze functionaliteiten komen aan bod in deze paragraaf. Naast een algemene verkenning van deze functionaliteiten dienen deze analyses als basis voor de beantwoording van de deelvragen. De functionaliteiten verkennen we per stuk, gebruikmakend van de verschillende programmamenu's van *Transplan* (versie d.d. 6-10-2014 in testomgeving bij *Peter Appel Transport*) en aanvullende beschrijvingen vanuit besprekingen met Remco Groot Beumer.

4.1.1 EENDUIDIGE REGISTRATIE VAN KLANTEN, VOERTUIGEN, MEDEWERKERS

Binnen *Transplan* bestaat de mogelijkheid om in één scherm alle gegevens over de klant in te voeren, zie **FIGUUR 4.1**. Hierbinnen zijn verschillende invoervelden te vinden, en verschillende subschermen voor zaken als tarieven, ordersoorten en documenten uploaden. Verder kan men binnen dit klantenscherm ook rit- en factuurhistorie raadplegen en diverse andere stamdata over deze klant uitlezen.

Algemene Gegevens		Tarieven	Ordersoorten	Mappings	Transporthistorie	Factuurhistorie	Weblog	Documenten	Autofactuur															
Klantrnummer:	123456	Naam:	RGB+		Bedrijf:	Peter Appel Transport B.V.																		
Optioneel afwijkende naam btw factuur:	RGB+ Automatisering B.V.																							
Adres Adres: Spitsstraat 17a Postcode/plaats: 8102 HW Raalte Land: NEDERLAND					Postadres Adres: Spitsstraat 17a Postcode/plaats: 8102 HW Raalte Land: NL																			
Telefoonnummer:	0572 331 812	Contactpersoon 1:	Thijs Veldhuizen		Tel. contactpersoon 1:	06-12345678																		
Faxnummer:	0572 331 813	Contactpersoon 2:	Remco Groot Beumer		Tel. contactpersoon 2:	06-87654321																		
E-mailadres:	thijs.veldhuizen@OVSoftware.com																							
Factuur mailen naar:	Factuur@RGBplus.nl				Digitale factuurbijlage:	☒																		
Factuurbijlage layout:	Regulier		per:		☐ Bijlage tevens in excel aanbieden:																			
Vaste factuurnr:	Facturatie TMS																							
Bankrek./postbank:																								
IBAN:																								
Banknaam:	Rabobank		BIC:																					
BTW nummer:	12345678																							
KVK nummer:	87654321																							
Betaaltermijn:	30 dag(en)																							
Kredietlimiet:	0		BTW:		H - 0,2																			
Ingangscategorie:	Laden en lossen																							
Planbordweergave:	Totale order (order=rit)																							
Opmerking(en):	Heeft voorkeur voor chauffeur Henk.																							
Offset btw facturatie:			Mobile scanner:		☐																			
Offset laaddatum:																								
Brandstofprijzen Diesel toeslagtype: Vast - per maand Kostenaandeel brandstof: Peildatum/prijs: Geen toeslag in prijszone: Standaard korting:					EDI instellingen Standaard transporttype: Fust Standaard afdeling: Raalte Standaard ordersoort:																			
Activeer generieke import																								
Emballagetypes: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Omschrijving</th> <th>Code</th> <th>TariefEq</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bakker rolcontainer</td> <td>BAKROL</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Big bag</td> <td>BTG BAG</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Blokpallet</td> <td>BLOK</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Broban Dolly</td> <td>BROBDOL</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>										Omschrijving	Code	TariefEq	Bakker rolcontainer	BAKROL	0	Big bag	BTG BAG	0	Blokpallet	BLOK	0	Broban Dolly	BROBDOL	0
Omschrijving	Code	TariefEq																						
Bakker rolcontainer	BAKROL	0																						
Big bag	BTG BAG	0																						
Blokpallet	BLOK	0																						
Broban Dolly	BROBDOL	0																						
Muteer types																								
Klant behoort tot groep(en): Groep Leveranciers Makro																								
Muteer groepen																								

FIGUUR 4.1 - INVOER KLANTGEGEVENS

Naast de gegevens over de klant kunnen we in het 'Adressen' scherm allerlei zaken met betrekking tot het adres van, de nog te koppelen, klant, invoeren en beheren, zie FIGUUR 4.2.

Gegevens		Bloktijden													
Adrescode/naam:	123456 RGB+ Bezorglocatie	Status:	Actief												
Adres:	Spitsstraat	Nummer:	17a												
Postcode:	8102 HW	Plaats:	RAALTE												
Winkel formule:	ALBERT HEIJN - AHOLD	Adres type:	Retail filiaal												
X / Y coördinaten:	629557 5237995	Reset													
Telefoon/fax/mob.:	0572 331 812 0572 331 813 06-13579246														
Contactpersoon:	Thijs Veldhuizen														
E-mailadres:	thijs.veldhuizen@OVSoftware.com														
Bereikbaarheid:	Beschrijving over hoe te bereiken														
Max. voertuigtype:	Aanhangwagen C-E	Standaard stop/route:													
Productie gereed:															
Opmerking:	Opmerkingen over adres														
Werkplaats	☐ Standplaats ☐ Leverancier ☒ Extern depot: ☐	Stoptijd:	1 Vast - 30 min.												
Historie (laatste 100) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Datum</th> <th>Routenr</th> <th>Ritnr</th> <th>Route</th> <th>Stopnr</th> <th>Aankomst</th> <th>Vertrek</th> <th>Wachttijd</th> </tr> </thead> <tbody> </tbody> </table>				Datum	Routenr	Ritnr	Route	Stopnr	Aankomst	Vertrek	Wachttijd				
Datum	Routenr	Ritnr	Route	Stopnr	Aankomst	Vertrek	Wachttijd								
Restricties <table border="1"> <thead> <tr> <th>Restrictie</th> <th>Omschrijving</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Adres - Voor lossen</td> <td>Omschrijving Voor lossen</td> </tr> <tr> <td>Adres - Melden bij</td> <td>Omschrijving melden bij</td> </tr> <tr> <td>Adres - Aanbellen</td> <td>Omschrijving aanbellen</td> </tr> <tr> <td>Adres - Sleuteladres</td> <td>Omschrijving Sleuteladres</td> </tr> <tr> <td>Voertuig - Gewichtsbeperking</td> <td>Omschrijving gewichtsbeperking</td> </tr> </tbody> </table>				Restrictie	Omschrijving	Adres - Voor lossen	Omschrijving Voor lossen	Adres - Melden bij	Omschrijving melden bij	Adres - Aanbellen	Omschrijving aanbellen	Adres - Sleuteladres	Omschrijving Sleuteladres	Voertuig - Gewichtsbeperking	Omschrijving gewichtsbeperking
Restrictie	Omschrijving														
Adres - Voor lossen	Omschrijving Voor lossen														
Adres - Melden bij	Omschrijving melden bij														
Adres - Aanbellen	Omschrijving aanbellen														
Adres - Sleuteladres	Omschrijving Sleuteladres														
Voertuig - Gewichtsbeperking	Omschrijving gewichtsbeperking														
Klanten <table border="1"> <thead> <tr> <th>Relatietype</th> <th>Klantreferentie</th> <th>Naam</th> <th>Plaats</th> </tr> </thead> <tbody> </tbody> </table>				Relatietype	Klantreferentie	Naam	Plaats								
Relatietype	Klantreferentie	Naam	Plaats												

INGEVOERD DOOR SYSADMIN OP 6-10-2014 12:18:30

FIGUUR 4.2 - INVOER ADRESSEN

In dit invoerscherm kunnen we naast gegevens over het adres, ook een aantal restricties aangeven. Op de volgende aspecten kan een restrictie worden aangemaakt:

- Maximale grootte van voertuigtype (toegankelijkheid locatie);
- Bloktijden (tijdvakken per dag waarin beleving mogelijk is);
- Adres;
- Voertuig.

Momenteel is het nog zo dat alleen bloktijden ook echt worden meegenomen tijdens het inplannen, de andere restricties werken verder nergens door.

We kunnen aan de voertuigen veel data koppelen, zie **FIGUUR 4.3**. Naast stamdata (statische gegevens die voor de lange termijn gelden) over vrachtwagens, zoals kenteken en aantal compartimenten, kunnen we ook veel zaken zoals reclame, afmetingen en gewicht, aangeven die als restrictie gebruikt zouden kunnen worden.

Algemene voertuig gegevens

Kenteken/vlootnr:	12-AB-12	1565-VT65	Kostpl:		Planafdeling:	Alkmaar (Vomar)	Eigendomstype:	Lease	Status/BoordComputer:	Actief
Voertuigtype/tel.:	Trailer gekoeld		Bedrijf:	G. Vlugs & Zn B.V.	Vaste chauffeur:	Testachternaam Testv	Leverancier:	APPEWAAL		
Start datum:	01-01-14	Eind Datum:		ExternNr:		Charter:				
Mobile scanner:	☐	ADR:	☐							

Algemeen Toebehoren Onderhoud Onderhoudsprofiel Meldingen Documenten Excl. Afdelingen

Algemeen

Kleur: **Wit** Merk: **SCHMITZ**

Reclame: **Vomar** **Banden**

Type: **D** Tankpas: Max last/band/velg As 1: **385/65** **R22,5x11,75**

Brandstoftype: **D** Cilinders/inhoud: liter Max last/band/velg As 2: **385/65** **R22,5x11,75**

Vermogen in PK: Milieu class.: Max last/band/velg As 3:

Chassisnummer: **WSM00000005014958** BandReserve:

Eerste toelating: **8-8-2006** Afgifte NL: **8-8-2006** **Maximale massa's**

Tenaamstelling: ontwikkeling: **8-8-2006** Technisch/toegestaan:

Sleutelcode/nr: Gemiddelde kilometers:

B x L x H inwendig: **Vergunningen**

Massa rijklaar/ledig: 9800 kg Verzekering nr:

Inrichting: NIWO binnen/buitenland:

Wielbasis in CM: Laadvermogen: Euro vignet:

Opmerking: **Bouw**

T65 Koeloplegger Vomar / T65 Deze oplegger is een single temp maar heeft een luchtcorridor van Krauts is dus een testoplegger. Wanden:

[Open digitaal kentekenbewijs](#) Opbouw nr/klasse:

Opties:

Optie	Opmerking
15 polig	

Dubbeltklik om extra omschrijving te wijzigen

Muteer opties

	MA-VR	ZA	ZO
Vaste kost per uur:	0,00	0,00	0,00
Vaste kost per dag:	0,00	0,00	0,00
Variabel kost per km:	0,00	0,00	0,00

FIGUUR 4.3 - INVOER VOERTUIGEN

Naast de registratie van klanten en voertuigen is de registratie van chauffeurs ook een functionaliteit van *Transplan*. Beheer van de data over chauffeurs vindt plaats in het scherm 'Medewerkers', zie **FIGUUR 4.4**. Hierin zijn verschillende zaken bij te houden, zoals:

- Rijbewijstype (basisrijbewijs + eventueel aanhangerrijbewijs);
- Rijbewijsgeldigheid;
- Aantal contracturen;
- Beschikbaarheid chauffeur;
- Beschikt over ADR-vakbekwaamheidscertificaat (vervoer van gevaarlijke stoffen).

Momenteel wordt, alleen de beschikbaarheid van de chauffeur meegenomen als restrictie in de planning, alleen chauffeurs die op 'Beschikbaar' staan kunnen worden ingepland.

ExterneReferentie:	geen	Status:	Actief	Leverancier:	Randstad	Rijbewijsnr/verval:	BE	11/05/15
Voor/achternaam:	Testvoornaam	Testachternaam		Functie:	Charter chauffeur	Bestuurskaart/verval:	x	
Telefoon:		Mobiel:	06-testchauffeur	FTE:	Contracturen: 40	Inlog boordPC:	testinlog	
Planafdeling:	EDE	Ede		Startweek res.pl.:	200809	Wachtwoord boordPC:	testwachtwoord	
Mail:	mail@chauffeur.nl			Loonschaal:	A0	ADR:	☐	
Tankpas:	geen							

Algemeen		Inzetprofiel	
Cyclus week	Dag	Inzettype	Specifieke afdeling (optioneel)
1	Ma	Inzetbaar	Ede Middag dienst
1	Di	Inzetbaar	Ede Dag dienst
1	Wo	Verlofdag	
1			
		Arbo arts	
		Bezoek arts	
		Bijz. verlof	
		Feestdag	
		Flexibel roostervrij	
		Inzetbaar	
		Kantoor dienst	
		Meerijden	
		Reserve	
		Roostervrij	
		Scholings uren	
		School	
		Vakantie	
		Verlofdag	
		Voorladen	
		VTL meerijden	

Tijdvenster (optioneel)	
...	13:00 4:00
...	3:00 16:00
...	
...	

Reset importprofiel

INGEVOERD DOOR SYSADMIN

FIGUUR 4.4 - INVOER CHAUFFEURS

4.1.2 SYSTEEM IS MET PARAMETERS AF TE STEMMEN

Zoals uit eerdere figuren 4.1 t/m 4.4 is gebleken, kan *Transplan* veel karakteristieken aan. Hierin kan de klant uit diverse waardes kiezen of een waarde zelf aanmaken, zoals de zogenaamde 'Inzettypes' – die de verschillende statussen van chauffeurs qua beschikbaarheid weergeven - van FIGUUR 4.4. Hierin kan de klant zelf verschillende waardes aanmaken en deze ook gebruiken tijdens het toewijzen van chauffeurs aan ritten. Het gebruik van parameters is daarmee deels mogelijk in het huidige systeem. Er wordt echter nog niet gewerkt met prioriteiten voor verschillende parameters, ook kunnen er geen nieuwe parameters worden aangemaakt door de gebruiker. Zie FIGUUR 4.5 voor een voorbeeld van hoe waardes voor emballageparameters aan te passen zijn.

1. Selecteer item	2. Selecteer detail / actie	3. Detailinformatie																																																												
- Actietypes - Activiteiten - Activiteitsmapping - Adrestypes - Bedrijven - Calltype - Creditfacturen - Diensttypes - Dieseltoeslagtypes Emballagegroepen - Emballagecodes - Factuur afwijkingen - Feestdagen - Funcies - Grootboeken - Herkomst - Kantgroepen - Kostencomponenten - Laad/los codes - Laad/los restricties - Landen - Loonschaal - Medewerker leveranciers - Medewerkertypes - Melding categorieën - Melding subcategorieën - Ordersoort - Planafdelingen - Productgroepen - Regio's - Relatietypes - Resourcetypes - Staffeltypen - Stoptijdklasse - Tariefenheden - Transporttypes - Vlootopties	- Doos - Kisten - Klapbak - Krat - Melk Ric - Onbekend Pallet - Poolfust - Rolcontainer Toevoegen	Emballagegroep: Pallet <table border="1"> <tr> <th>Code</th> <th>Omschrijving</th> <th>Palletplaats equivalenten</th> <th>Op saldo overzicht</th> </tr> <tr> <td>EURO</td> <td>Europallet</td> <td>1</td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>WWERP</td> <td>Eenmalige pallet</td> <td>#####</td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>POOL</td> <td>Poolpallet</td> <td>#####</td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>BLOK</td> <td>Blokpallet</td> <td>#####</td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>DEENSE CO</td> <td>Deense container</td> <td>#####</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>EUROCHEP</td> <td>Europallet Chep</td> <td>0</td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>CHEPPALL</td> <td>Cheppallet</td> <td>0</td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>IPPPALL</td> <td>IPP Pallet</td> <td>0</td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>HAMBAPALL</td> <td>Hamburger Kunststof Pallet</td> <td>0</td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>PVCPALL</td> <td>PVC H1 Pallet</td> <td>0</td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>BIG BAG</td> <td>Big bag</td> <td>1</td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>PALLETPL</td> <td>Palletplaats</td> <td>1</td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>EENMEURO</td> <td>Eenmalige Europallet</td> <td>1</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>EENMBLOK</td> <td>Eenmalige Blokpallet</td> <td>#####</td> <td>☐</td> </tr> </table> Bewerken Opslaan Verwijderen	Code	Omschrijving	Palletplaats equivalenten	Op saldo overzicht	EURO	Europallet	1	☒	WWERP	Eenmalige pallet	#####	☒	POOL	Poolpallet	#####	☒	BLOK	Blokpallet	#####	☒	DEENSE CO	Deense container	#####	☐	EUROCHEP	Europallet Chep	0	☒	CHEPPALL	Cheppallet	0	☒	IPPPALL	IPP Pallet	0	☒	HAMBAPALL	Hamburger Kunststof Pallet	0	☒	PVCPALL	PVC H1 Pallet	0	☒	BIG BAG	Big bag	1	☒	PALLETPL	Palletplaats	1	☒	EENMEURO	Eenmalige Europallet	1	☐	EENMBLOK	Eenmalige Blokpallet	#####	☐
Code	Omschrijving	Palletplaats equivalenten	Op saldo overzicht																																																											
EURO	Europallet	1	☒																																																											
WWERP	Eenmalige pallet	#####	☒																																																											
POOL	Poolpallet	#####	☒																																																											
BLOK	Blokpallet	#####	☒																																																											
DEENSE CO	Deense container	#####	☐																																																											
EUROCHEP	Europallet Chep	0	☒																																																											
CHEPPALL	Cheppallet	0	☒																																																											
IPPPALL	IPP Pallet	0	☒																																																											
HAMBAPALL	Hamburger Kunststof Pallet	0	☒																																																											
PVCPALL	PVC H1 Pallet	0	☒																																																											
BIG BAG	Big bag	1	☒																																																											
PALLETPL	Palletplaats	1	☒																																																											
EENMEURO	Eenmalige Europallet	1	☐																																																											
EENMBLOK	Eenmalige Blokpallet	#####	☐																																																											

FIGUUR 4.5 - AANPASSEN WAARDES VAN PARAMETERS

4.1.3 EENVOUDIGE ORDERVERWERKING

Orders kunnen op vier verschillende manieren (doorlopende orders, *webportal*, *imports* en handmatig) worden aangemaakt, hiervan beschrijven we de handmatige invoer, zie **FIGUUR 4.6**.

The screenshot shows a software interface for creating orders. The top section, titled 'ORDERKOP', contains various input fields: 'Klant' (123456), 'Planafdeling' (RAA), 'Klantreferentie' (t.a.v. Expeditie), 'Gecontroleerd' (checked), 'Ordernummer' (empty), 'Ordersoort' (NOG AAN TE MAKEN), 'Transporttype' (Diepvries), 'Ordertype' (Orderregel (obv orderdatum)), 'Begin/einde' (12:00), 'Opmerking' (empty), 'Datum' (12-11-14), 'Prijsafspraken' (empty), and 'Omschrijving' (Testorder). Below this is a status bar indicating the order was entered by SYSADMIN on 11-11-2014 at 14:17:07. The bottom section, titled 'ORDERREGELS', is a table with columns: Adres, Stoptijsklas (Vast, Var), Transport Activ. datum, Tijdsvenster (van, t/m), Planning (Route, Stop), Product, Referentie, Pallet plaatsen, Regelopmerking, Voertuig, and Ritstatus. It lists two items: 'RGB+ BEZORGLOCATIE RAALTE' and 'JUMBO RAALTE', both with a quantity of 30 and a status of 0.

ORDERKOP													
Klant:	123456	Planafdeling:	RAA	Klantreferentie:	t.a.v. Expeditie	Gecontroleerd:	☒	Ordernummer:					
Ordersoort:	NOG AAN TE MAKEN	Transporttype:	Diepvries	Ordertype:	Orderregel (obv orderdatum)	Begin/einde:	12:00	Opmerking:					
Datum:	12-11-14	Prijsafspraken:		Omschrijving:	Testorder								
DEZE ORDER IS INGEVOERD DOOR SYSADMIN OP 11-11-2014 14:17:07. LAATSTE MUTATIE DOOR OP													
STATUS: INVOER ORDER HERKOMST: MANUELE INVOER													
ORDERREGELS													
Adres	Stoptijsklas		Transport Activ. datum	Tijdsvenster		Planning		Product	Referentie	Pallet plaatsen	Regelopmerking	Voertuig	Ritstatus
	Vast	Var.		van	t/m	Route	Stop						
RGB+ BEZORGLOCATIE RAALTE	30	0	12-11-14	LA	0:00	23:59	0			0			Emb.
JUMBO RAALTE	30	0	12-11-14	LO	0:00	23:59	0			0			Emb.

FIGUUR 4.6 - ORDER HANDMATIG INVOEREN

Het aanmaken van een order is opgedeeld in twee onderdelen, namelijk de orderkop, met algemene informatie over de order als geheel, met data invoervelden waarop restricties van toepassing zouden kunnen zijn, zoals:

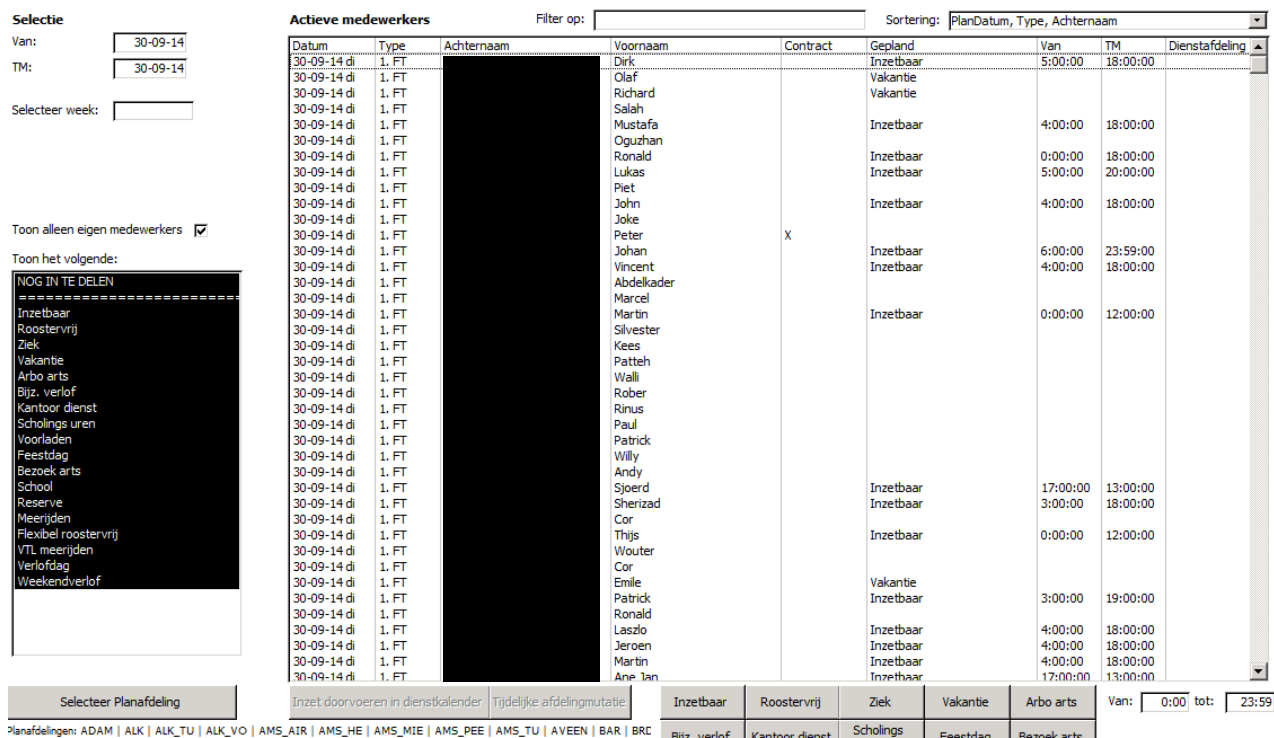
- Klantnaam;
- Transporttype;
- Ordersoort.

Het tweede onderdeel, de orderregels, bevat informatie over de specifieke handelingen die voor deze order moeten gebeuren, zoals het laden of lossen van een aantal pallets (of andere ladingdragers). Enkele aspecten die hierin van belang kunnen zijn:

- Emballagetype;
- Aantal ladingdragers;
- Tijdsvenster.

4.1.4 CAPACITEITSPLANNING

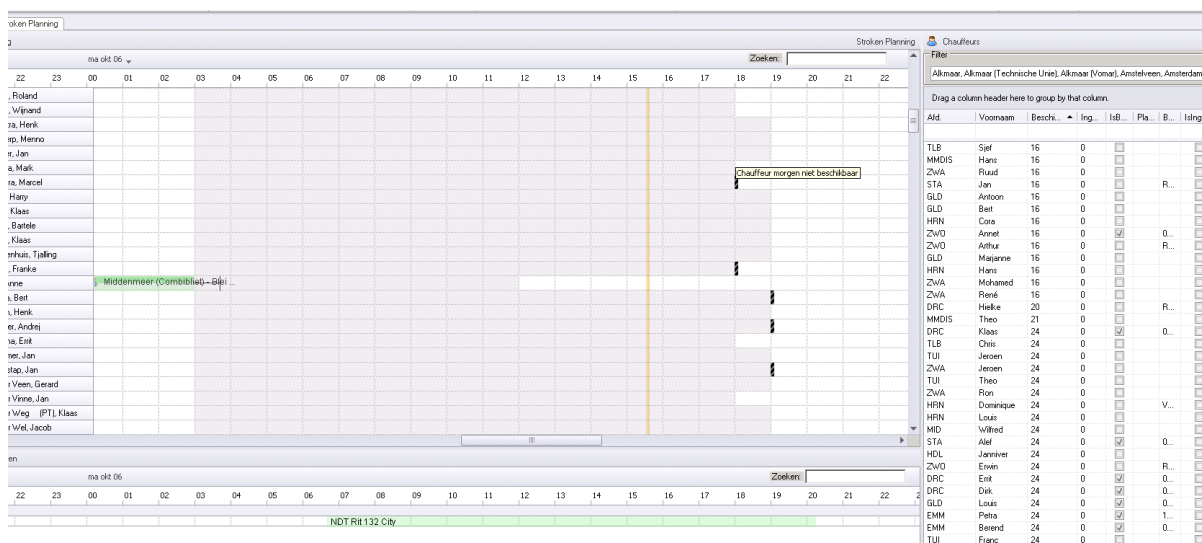
Naast de statische data zoals eerder besproken is de planningsmodule van groot belang voor dit onderzoek. Hiervan is de capaciteitsplanning een onderdeel, hierin kan men per aangegeven periode direct zien hoe de capaciteit is, qua chauffeurs. Zie voor een voorbeeld **FIGUUR 4.7**.



FIGUUR 4.7 - CAPACITEITSPANNING

4.1.5 GRAFISCH PLANBORD INCLUSIEF *DRAG & DROP*-FUNCTIE

Binnen *Transplan* is er een grafisch planbord aanwezig, zie **FIGUUR 4.8**. In het planboard staat een overzicht van alle ritten die per dag worden gemaakt door de chauffeurs. Onder het planbord worden per dag de ongeplande ritten en de chauffeurs en hun beschikbaarheid, per standplaats, weergegeven. Zodoende kan men ongeplande ritten door middel van 'drag & drop' aan chauffeurs toewijzen. Als de combinatie mag wordt ook de tijd berekend om van en naar de standplaats te rijden, en weer gegeven met de zwarte lijnen met dwarslijn. Op het planbord vind het zogenaamde 'plan-proces' plaats.



FIGUUR 4.8 - PLANBORD *TRANSPLAN*

4.1.6 URENOVERZICHT

Voor deze functionaliteit kan een overzicht worden gemaakt van alle chauffeurs, zie FIGUUR 4.9. In dit overzicht zijn achternamen omwille van privacy weggelaten, net als enkele andere niet-relevante kolommen. Met één oogopslag kan men zien wat welke chauffeur op welke dag, hoeveel uren hij per week maakt en hoeveel uren totaal zijn gemaakt in een periode.

Medewerker info							Week: 41 (6-10-2014 / 12-10-2014)								
Num.:	Voornaam				Contract uren	Inzet		Totaal uren	ma	di	wo	do	vr	za	zo
1171	Franke				40	60		60	D			D	D	D	
1182	Jan				40	80		80	BWD	BWD	BWD	BWD	BWD		
1183	Jan				40	80		80	BWD	BWD	BWD	BWD	BWD		
1223	Roland				40	75		75	D	D		D	D	D	
1265	Hans				40	75		75	D	D	D	D	D		
1295	Jaap				40	80		80		BWD	BWD	BWD	BWD	BWD	
1298	Bert				0	-9		-9							L
1340	Egbert				0	0		0							
1341	Anne				40	54		54	N	N		D	D		
1363	Jan				40	80		80	BWD		BWD	BWD	BWD	BWD	
1390	Rienko				40	-45		-45	L	L	L	L	L		
1388	Douwe				0	0		0							
1443	Sjouke				32	48		48			N	N	N	N	
1498	Wijnand				40	75		75	D	D	D		D	D	
1499	Anne				40	64		64	BWD		BWD	BWD	BWD		
1549	Pascal					0		0							
1569	Theo				32	60		60		D	D		D	D	
1637	René				40	0		0							
1649	Erni				24	45		45	D	D				D	
1663	Wessel				40	64		64	BWD	BWD	BWD		BWD		
1699	John				40	80		80	BWD	BWD	BWD	BWD		BWD	
1817	Dirk				24	64		64	BWD			BWD	BWD	BWD	
1793	Andie					0		0							
1818	Barthele					80		80	BWD	BWD	BWD		BWD	BWD	
1796	Henry-Jan					0		0							
1925	Harry					80		80	BWD	BWD		BWD	BWD	BWD	
1742	Henk	Inzetbaar	Vakantie	Kantoor	Feestdag	Reserve	VTL	80	BWD	BWD	BWD	BWD	BWD		
1947	Leon	Roostervrij	Arbo arts	Scholings	Bezoek arts	Meerijden	Verlofdag	60							
1948	Gerard	Ziek	Bijz. verlof	Voorladen	School	Flexibel		80	BWD	BWD	BWD	BWD	BWD		
1962	Mark				leenda			75	D	D		D	D	D	
1967	Bert					80		80	BWD	BWD	BWD	BWD	BWD	BWD	
1979	Menno					80		80	BWD	BWD	BWD		BWD	BWD	
2000	Stefan					60		60							

FIGUUR 4.9 - URENOVERZICHT

4.2 ROUTE-OPTIMALISATIE

Het opstellen van optimale routes en het berekenen van de bijbehorende tijden wordt binnen *Transplan* verzorgd door het softwarepakket *PTV xServer Components* van de *PTV Groep*. Dit is de module die de daadwerkelijke optimalisatieslag levert tijdens het aanmaken van routes, waarna de ritten aangemaakt kunnen worden door een chauffeur en een voertuig(combinatie) aan een route toe te voegen. Het is interessant om meer te weten over deze optimalisatiemodule. De website van *PTV* beschrijft enkele functionaliteiten van haar *xServer Components* systeem, ten behoeve van route-optimalisatie. De functionaliteiten die ook daadwerkelijk worden gebruikt in *Transplan* zijn als volgt (PTV Group, 2014):

- Beschikbare vloot (trekkende en getrokken vloot);
- Tijdsrestricties (Rijttijdenwet (Transport Online, 2014) en verplichte rusttijden, bloktijden klant, openingstijden depot, vaste tijdsafspraken, maximale transporttijd, laad- en los-tijden);
- Verschillende depots mogelijk;
- Verschillende optimalisatiecriteria (minimalisatie van voertuiggebruik, de snelste of kortste route, eerlijke verdeling van werk tussen chauffeurs), zoals de mogelijke criteria beschreven in TABEL 3.1;
- Verschillende combinaties tussen trekkende en getrokken vloot mogelijk;
- Berekenen van de afstand en benodigde tijd hiervoor.

Met al deze aspecten meegenomen berekent *PTV xServer Components* een aantal routes en geeft deze als voorstel terug aan de planner. De planner op zijn beurt koppelt voertuigen en chauffeurs aan de verschillende routes en vormt zo complete ritten.

4.3 DEELVRAGEN

Met de analyse van *Transplan* in de huidige vorm komen we tot beantwoording van deelvragen 3 tot en met 8.

3. WELKE RESTRICTIES WORDEN MOMENTEEL WEERGEGEVEN IN *TRANSPLAN*?

Zoals we hebben gezien in de algemene verkenning is er een tweetal restricties die worden meegenomen door *Transplan*. Dit zijn namelijk de bloktijden van klanten (tijdvakken waarbinnen een klant beleverd mag worden) en de beschikbaarheidstijdvakken van chauffeurs. Deze restricties kunnen overschreden worden, in deelvraag 6 behandelen we hoe een overschrijding van deze restricties eruit ziet.

4. WELKE RESTRICTIES WORDEN IMPLICIET MEEGENOMEN?

Een restrictie die impliciet in *Transplan* zit, is de restrictie dat een combinatie voertuig-chauffeur niet twee keer op hetzelfde moment ingepland mag worden. Deze restrictie kan overschreden worden, in deelvraag 6 behandelen we hoe een overschrijding van deze restrictie eruit ziet.

Verder is er nog een restrictie die we niet zijn tegengekomen bij de behandeling van de functionaliteiten van *Transplan* in **PARAGRAAF 4.1**, maar die we te weten zijn gekomen dankzij de besprekingen met Remco Groot Beumer. In *Transplan* is namelijk aangegeven dat enkele voertuig combinaties niet mogelijk zijn, zo kan een bepaald type trailer (getrokken vloot) niet gekoppeld worden aan sommige types trekkers (trekkende vloot) (Groot Beumer, 2014). Deze combinaties worden dan ook niet weergegeven aan de planner, en kan dus ook niet worden overschreden. Deze restrictie wordt in dit hoofdstuk daarom verder buiten beschouwing gelaten, maar in **HOOFDSTUK 5** komt deze weer terug.

5. BIJ WELKE VAN DE RESTRICTIES DIE VAAK OVERSCHREDEN WORDEN IS DE IMPACT VAN OVERSCHRIJDING HET HOOGST, EN BIJ WELKE RESTRICTIES IS DE OVERSCHRIJDINGSFREQUENTIE HET HOOGST?

De beantwoording van deze deelvraag vindt, net als bij deelvraag 8, plaats in zowel dit hoofdstuk als in **PARAGRAAF 5.1.3**.

De impact van de overschrijding per restrictie is als volgt te omschrijven:

- Bloktijd van klant wordt overschreden:
 - o Chauffeur staat voor een dichte deur, en kan de orderregel dus niet uitvoeren. Dit kan bijvoorbeeld gevolgen hebben voor de uitvoering van de rest van de order, aangezien die mogelijk niet (geheel) door kan gaan omdat de vrachtwagen al vol blijkt.
- Beschikbaarheid van chauffeur wordt overschreden:
 - o Een chauffeur krijgt bericht dat hij ingepland staat op een rit, terwijl hij die dag helemaal niet beschikbaar is. Dan kunnen er ruwweg twee dingen gebeuren: of de chauffeur gaat de rit toch maken, wat invloed kan hebben op zijn totale aantal uren die week, of de chauffeur weigert de rit, waardoor deze geannuleerd moet worden, met alle gevolgen van dien.
- Chauffeur en voertuig worden dubbel ingepland op eenzelfde tijdstip:
 - o Eén van de ritten waarop de chauffeur dan wel het voertuig ingepland staat moet worden geannuleerd, met wederom alle gevolgen van dien. Ook kan er ad hoc nog een andere chauffeur en/of voertuig worden ingezet op de rit, maar ook dit heeft

weer gevolgen, gelijk aan de gevolgen die benoemt zijn bij de overschrijding van de beschikbaarheid van chauffeur.

6. HOE WORDEN OVERSCHRIJDINGEN MOMENTEEL WEERGEGEVEN IN *TRANSPLAN*?

Als de beschikbaarheid van een chauffeur wordt overschreden tijdens het inplannen wordt er een waarschuwing weergegeven, zie **FIGUUR 4.9**. Hierna heeft de planner 8 mogelijkheden, namelijk door het wel of niet accepteren van een nieuwe chauffeur, trekker en/of trailer. Dit resulteert in $2^3=8$ mogelijkheden.

Als op een andere manier de beschikbaarheid wordt overschreden, zoals wanneer een chauffeur 'roostervrij' is, wordt dit met een specifieke waarschuwing aangegeven, op de plek van de gele tekst in **FIGUUR 4.10**. Mogelijke acties zijn gelijk aan de 8 acties zoals in de vorige alinea beschreven.

Als een chauffeur twee ritten krijgt toegewezen binnen hetzelfde tijdvak, dus als de restrictie van het niet dubbel in mogen plannen wordt overschreden, verschijnt er een soortgelijk melding als bij de restrictie-overschrijdingen over de beschikbaarheid van de chauffeurs. Echter is het nu geen waarschuwing meer, maar een duidelijke error, zie **FIGUUR 4.11**.

Overschrijdingen van de bloktijd van klanten wordt momenteel weergegeven met een rode markering van de stops bij de klanten wier bloktijden overschreden worden, zie **FIGUUR 4.12**.

7. HOE ZIJN DE IN HET PLANPROCES GEMAAKTE FOUTEN ONDER TE VERDELEN?

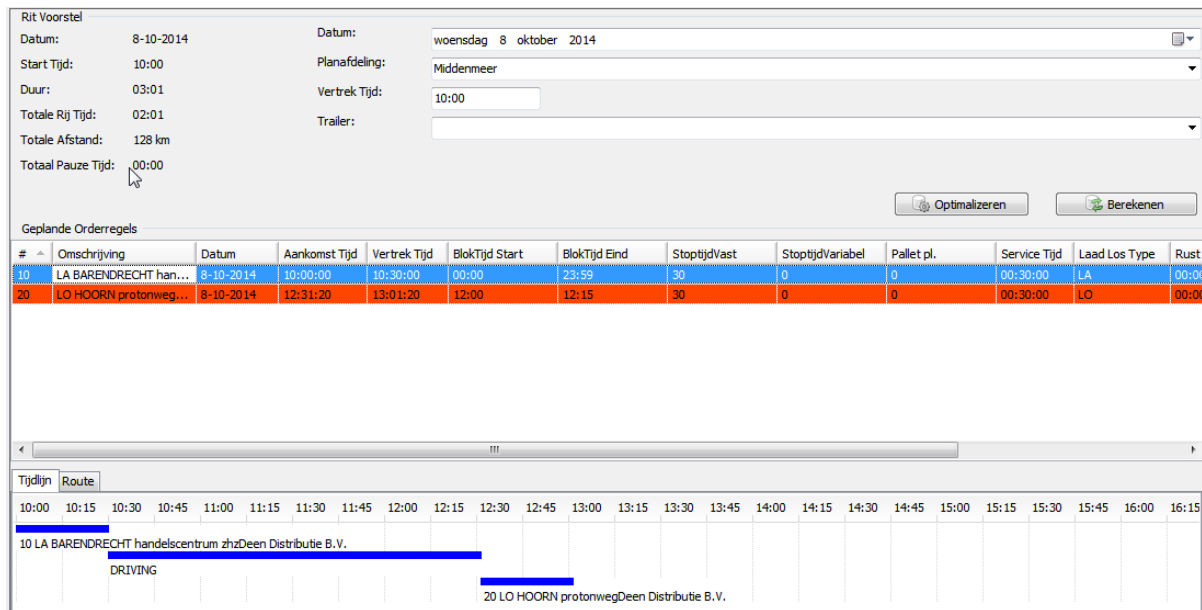
Fouten in het proces vallen uiteen in twee categorieën, namelijk fouten die gemaakt worden in het huidige *TMS* door het onterecht wegklikken van een notificatie ten gevolge van een restrictie-overschrijding, en fouten die gemaakt worden door het gebrek aan, voor het plannen relevante, informatie in *Transplan*. Deze laatste categorie behandelen we bij deelvraag 8 in **HOOFDSTUK 5**. De eerste categorie heeft ten gevolge dat er ritten worden gemaakt die helemaal niet kunnen bestaan, en als dit niet tijdig wordt opgemerkt door de planner kunnen er verschillende consequenties optreden. Hiervan is het meest duidelijke voorbeeld dat een chauffeur voor een dichte deur komt te staan bij de klant, omdat de bloktijd van de klant is overschreden tijdens het inplannen van de rit door de planner.

The screenshot shows the 'Combinatie Inplannen' window with three columns: Chauffeur, Trekker, and Trailer. The 'Behoud bestaand' row has radio buttons for 'Leeg' in all three columns. The 'Nieuw (met standaard combinatie)' row has 'van der Wel, Jacob' selected for the driver, 'BZ-HR-13 (713)' for the truck, and 'Leeg' for the trailer. A yellow warning icon and text state: 'Rit valt niet binnen beschikbaarheidsperiode chauffeur'. The 'Leeg maken' row has radio buttons for 'Leeg' in all three columns. At the bottom right are 'Annuleren' and 'Ok' buttons.

FIGUUR 4.10 - MELDING VAN OVERSCHRIJDING VAN RESTRICTIE BESCHIKBAARHEID CHAUFFEUR

The screenshot shows the 'Combinatie Inplannen' window with three columns: Chauffeur, Trekker, and Trailer. The 'Behoud bestaand' row has 'Zantema, Jaap' selected for the driver, 'BR-NR-75 (460*)' for the truck, and 'Leeg' for the trailer. The 'Nieuw (met standaard combinatie)' row has 'Vos, Sjouke' selected for the driver, 'Leeg' for the truck, and 'Leeg' for the trailer. A red error icon and text state: 'Overlap met rit van 03-10-14 09:05 t/m 03-10-14 15:07'. The 'Leeg maken' row has radio buttons for 'Leeg' in all three columns. At the bottom right are 'Annuleren' and 'Ok' buttons.

FIGUUR 4.11 - MELDING VAN OVERSCHRIJDING VAN RESTRICTIE DUBBEL INPLANNEN



FIGUUR 4.12 - MELDING VAN OVERSCHRIJDING VAN RESTRICTIE BLOKTIJD KLANT

8. WAARDOOR WORDEN ER MOMENTEEL FOUTEN GEMAAKT IN HET PLANPROCES?

Zoals beschreven in het antwoord op deelvraag 7 worden fouten onder andere gemaakt tijdens het inplannen van ritten door het onterecht overschrijden van een restrictie. Dit gebeurt veelal doordat een planner teveel notificaties te zien krijgt en hier onverschillig van wordt (Kroeze, 2014). Echter, een andere belangrijke oorzaak van fouten is het feit dat het systeem nog te gemakkelijk onrealistische ritten kan maken, omdat er nog amper restricties in Transplan verwerkt zitten. Hierdoor is de kwaliteit van de planning teveel afhankelijk van de planner, hier lezen we meer over bij de tweede deel van de beantwoording van deelvraag 8, in **PARAGRAAF 5.1.3**.

4.4 CONCLUSIE

De analyse van *Transplan* heeft ons een aantal belangrijke inzichten opgeleverd. Zo weten we nu welke data al worden bijgehouden in de huidige versie, zodat we kaders hebben voor ons model van restricties. Ook hebben we duidelijkheid verschaft over welke restricties momenteel worden gebruikt in *Transplan*. Verder hebben we de route-optimalisatie module onderzocht en zijn we tot beantwoording van deelvragen 3 tot en met 8 gekomen.

5. GEBRUIKERSANALYSE

In dit hoofdstuk gaan we op zoek naar antwoorden op een aantal belangrijke deelvragen voor dit onderzoek. Zo interviewen we een aantal klanten van RGB+, verwerken we deze input samen met de input die verkregen is tijdens de besprekingen met Remco Groot Beumer. Met deze input kunnen we deelvragen 5, 8, 9 en 10 beantwoorden. Tevens beschrijven we use cases en hun verhouding met restricties. Vervolgens stellen we een model van restricties op, welke vervolgens gecontroleerd wordt op een aantal criteria.

5.1 INTERVIEWS

Interviews zijn afgenomen met drie verschillende klanten van RGB+, elk opererend in een andere deelmarkt, en daarmee dus ook weer uniek qua eisen en wensen. Aan de hand van een aantal aspecten zullen de interviews behandeld worden.

5.1.1 PROFIELSCHETS

Van elk bedrijf zullen we een beknopte profielschets geven, waarin we het bedrijf kort beschrijven, enkele kenmerken benoemen en ten slotte enkele aspecten van het interview geven.

Netko

Netko beschrijft zichzelf op haar website als volgt (Netko, 2014):

- *Full-service routevervoer gericht op winkel- en groothandelsniveau waarbij iedere dag van de week eenzelfde route en tijds-venster heeft;*
- *Landelijke distributie door geheel Nederland, België en Duitsland;*
- *Een uitgebreide emballage registratie voor al haar opdrachtgevers;*
- *Cross-docking vanuit de magazijnen in Coevorden, Heerenveen en Raalte.*

Middels de informatie van de website van Netko en het interview met Netko kunnen we komen tot de volgende kenmerken:

Levergebied	Internationaal (Nederland, België, Duitsland)
Aantal standplaatsen	3 (Coevorden, Heerenveen, Raalte)
Aantal chauffeurs	40 (realistische schatting, betrouwbaar)
Aantal trucks	38 (realistische schatting, betrouwbaar)

Bij Netko is het interview afgenomen met Edwin Kroeze, ICT-manager bij Netko B.V. in Raalte. Dit interview heeft plaatsgevonden op 24 september in Raalte.

Claassen

Claassen beschrijft zichzelf op haar website als volgt (Claassen, 2014):

Als logistieke partner biedt Claassen MKB bedrijven een compleet logistiek dienstenpakket. Hiermee werken we oplossingen voor uiteenlopende logistieke vraagstukken. Zo verzorgt Claassen Benelux- Europese distributie, transport, wereldwijde zee- en luchtvracht expeditie, warehousing en E-logistics.

Middels de informatie van de website van Claassen en het interview met Claassen kunnen we komen tot de volgende kenmerken:

Levergebied	Internationaal (Benelux, Europa)
Aantal standplaatsen	2 (Tilburg, Meppel)
Aantal chauffeurs	95 (realistische schatting, vertrouwelijk)
Aantal voertuigen	90

Bij *Claassen* is het interview afgenomen met Ron van de Wiel, *Transportmanager* bij *Claassen B.V.*. Dit interview heeft plaatsgevonden op 29 september in Tilburg.

Peter Appel Transport

Op haar website beschrijft *Peter Appel Transport (PAT)* zichzelf als volgt (Peter Appel Transport, 2014):

Peter Appel Transport levert hoogwaardige en innovatieve transportdiensten in heel Nederland. Ons transportbedrijf is gespecialiseerd in temperatuur-gecontroleerde transportactiviteiten.

De logistieke en milieutechnische uitdagingen waar we dagelijks voor staan, houden ons in beweging. Innovatie is een belangrijk thema bij Peter Appel Transport. Ook het interne opleidingsprogramma voor onze chauffeurs wordt continu verbeterd en aangepast.

Middels de informatie van de website van *PAT* en het interview met *PAT* kunnen we komen tot de volgende kenmerken:

Levergebied	Nederland
Aantal standplaatsen	22
Aantal chauffeurs	280 (realistische schatting, vertrouwelijk)
Aantal voertuigen	300

Bij *PAT* is het interview afgenomen met Gert-Jan Neeft, analist bij *Peter Appel Transport*. Dit interview heeft plaatsgevonden op 29 september in Raalte.

5.1.2 INTERVIEWVRAGEN

In **HOOFDSTUK 2** is reeds aangegeven wat de doel zijn van de interviews met klanten van *RGB+*, deze zullen we hier dus niet herhalen. De volgende vragen zijn gesteld aan de klanten, waarbij tevens is aangegeven aan welke deelvragen de vragen al dan niet bijdragen:

1. Eisen en restricties
 - a. Welke eisen stellen jullie aan een *TMS*?
Niet meer relevant, geen op restrictie toegespitste antwoorden
 - b. Welke restricties gebruiken jullie momenteel in *Transplan*?
3. Welke restricties worden momenteel weergegeven in Transplan?
 - c. Welke restricties hanteren jullie intern bij het inplannen, maar zijn nog niet aanwezig in *Transplan*?
9. Welke restricties ontbreken er in Transplan?
 - d. Zouden jullie deze restricties graag in *Transplan* terug zien komen?
9. Welke restricties ontbreken er in Transplan?
 - e. Welke restricties missen jullie nog meer in *Transplan*?
9. Welke restricties ontbreken er in Transplan?
2. Overschrijden
 - a. Welke restricties worden momenteel wel eens overschreden tijdens het inplannen van een rit?
5. Bij welke van de restricties die vaak overschreden worden is de impact van overschrijding het hoogst, en bij welke restricties is de overschrijdingsfrequentie het hoogst?
 - b. Hoe vaak komt dit, per restrictie, voor?

5. Bij welke van de restricties die vaak overschreden worden is de impact van overschrijding het hoogst, en bij welke restricties is de overschrijdingsfrequentie het hoogst?
- c. Wat is de impact van zo'n overschrijding, per restrictie?
 5. Bij welke van de restricties die vaak overschreden worden is de impact van overschrijding het hoogst, en bij welke restricties is de overschrijdingsfrequentie het hoogst?
- d. Levert de overschrijding wel eens problemen op, per restrictie?
 5. Bij welke van de restricties die vaak overschreden worden is de impact van overschrijding het hoogst, en bij welke restricties is de overschrijdingsfrequentie het hoogst?
- e. Welke restricties zijn echt hard, en welke restricties zijn meer soft?
Niet meer relevant, zie PARAGRAAF 5.3
- f. Welke uitdagingen lopen jullie tegenaan binnen *Transplan*?
Niet meer relevant, geen op restrictie toegespitste antwoorden
3. Invoer
 - a. Op welke wijze zouden restricties, en het overschrijden ervan, moeten worden weergegeven binnen de planning software?
 12. Op welke manier zouden restricties, en het overschrijden ervan, moeten worden weergegeven op een planbord om zodoende fouten te minimaliseren?
 - b. Welke vormen van feedback zijn gewenst indien restricties worden overschreden?
 12. Op welke manier zouden restricties, en het overschrijden ervan, moeten worden weergegeven op planbord om zodoende fouten te minimaliseren?
 - c. Hoe houden jullie momenteel de restricties actueel?
 11. Hoe kan de restrictiemodule het beste worden weergegeven om fouten door overschrijdingen van restricties te minimaliseren?
 - d. Hoe zou het up-to-date houden van restricties binnen *Transplan* verbeterd kunnen worden?
 11. Hoe kan de restrictiemodule het beste worden weergegeven om fouten door overschrijdingen van restricties te minimaliseren?
 - e. Nog vragen en/of opmerkingen en/of laatste tips?
-

Deze vragen zijn gesteld in een half-gestandaardiseerd interview, wat betekent dat er tijdens de interviews regelmatig is doorgevraagd naar aanleiding van de antwoorden. De interviews zijn ingeleid met achtergrondinformatie over dit onderzoek, en het te volgen traject, waarbij ook is aangegeven wat er met dit interview gebeurt.

5.1.3 BELANGRIJKE UITKOMSTEN

De uitgewerkte interviews zijn te vinden in **APPENDIX II**. De belangrijkste uitkomsten - als antwoord op de deelvragen 5(deel 2, zie **PARAGRAAF 4.3** voor deel 1) en 9 - van de interviews hebben we op een rij gezet:

5. BIJ WELKE VAN DE RESTRICTIES DIE VAAK OVERSCHREDEN WORDEN IS DE IMPACT VAN OERSCHRIJDING HET HOOGST, EN BIJ WELKE RESTRICTIES IS DE OVERSCHRIJDINGSFREQUENTIE HET HOOGST?

- Deelvraag 2a: Welke restricties worden momenteel wel eens overschreden tijdens het inplannen van een rit?

Netko - Het inplannen van een chauffeur die al ingepland staat (dubbel inplannen) (Kroeze, 2014).

Claassen - Het maximum aantal laadmeters wordt regelmatig overschreden, meestal gaat het dan in de praktijk om losse dozen, die kunnen vaak nog worden bijgevoegd. Verder wordt het maximum toelaatbare gewicht af en toe een klein beetje overschreden, vaak door toevoeging van een kleine order. Ook tijdslevering gebeuren af en toe enkele minuten eerder of later, waarmee het systeem dus door de praktijk wordt overruled. Ten slotte vindt af en toe het zogenaamde 'terugladen' plaats, waarbij er lege pallets halverwege de rit worden teruggegeven aan een klant. Hierdoor verandert de beschikbare ruimte in de trailer. De werkruimte die je voor deze handeling nodig hebt hebben wij op papier staan, maar wordt niet meegenomen in *Transplan* (van de Wiel, 2014).

Peter Appel Transport - Maximum aantal werkuren van een chauffeur per dag (Neeft, 2014).

- Deelvraag 2b: Hoe vaak komt dit, per restrictie, voor?
- Deelvraag 2c: Wat is de impact van zo'n overschrijding, per restrictie?
- Deelvraag 2d: Levert de overschrijding wel eens problemen op, per restrictie?

Netko - Het dubbel inplannen van een chauffeur gebeurt bij meerdere routes per dag. Soms merkt de planner de melding niet eens meer op, dan wordt deze meteen weg geklikt. De impact van zo'n overschrijding is vooral dat het systeem niet meer strookt met de werkelijkheid (Kroeze, 2014).

Claassen - In minder dan 1% van de zendingen wordt één van de restricties overschreden, dit zijn er ongeveer tien per dag in ons geval. De impact die het niet-overschrijden van de restricties heeft, houdt meestal in dat er onnodig wordt gereden, omdat een kleine zending makkelijk bij een al ingeplande order bijgevoegd had kunnen worden. Enige problemen die het op kan leveren is bijvoorbeeld dat een chauffeur door een overschrijding van bijvoorbeeld de rijtijdenrestrictie strafbaar is (in Nederland) (van de Wiel, 2014).

Peter Appel Transport - Hoe vaak deze overschrijding voorkomt is onbekend, de impact is vrij groot, omdat een overschrijding van de rijtijdenwet een bekeuring kan betekenen. Verder worden planners onverschillig voor meldingen van overschrijdingen als ze er teveel van zien (Neeft, 2014).

8. WAARDOOR WORDEN ER MOMENTEEL FOUTEN GEMAAKT IN HET PLANPROCES?

In **PARAGRAAF 4.3** hebben het eerste deel van de beantwoording van deze deelvraag verricht. Het tweede deel gaat over waardoor fouten ontstaan die te maken hebben met het gebrek aan informatie in het system. De fouten ontstaan met name doordat de kwaliteit van de planning afhangt van de kennis en ervaring van de planner (Kroeze, 2014). Dit komt omdat het systeem simpelweg nog amper restricties kent, en de planners de beperkingen uit de praktijk dus handmatig in de planning moet verwerken. En omdat iedereen wel eens foutjes maakt, zo ook planners, is het goed om de kwaliteit van de planning zo min mogelijk af te laten hangen van de individuele planner. Ook kan de kennis van een planner over de betreffende chauffeur onjuist zijn, wat ook leidt tot 'fouten' in de planning, wat vaak betekent dat de planning beter had gekund.

9. WELKE RESTRICTIES ONTBREKEN ER IN *TRANSPLAN*?

- Interviewvraag 1c: Welke restricties hanteren jullie intern bij het inplannen, maar zijn nog niet aanwezig in *Transplan*?
- Interviewvraag 1d: Zouden jullie deze restricties graag in *Transplan* terug zien komen?

Netko - Planners hebben vaak informatie over chauffeurs in hun hoofd, op basis van ervaring en kennis. Hierdoor weten zij welke chauffeurs het beste op welke route ingezet kunnen worden, vanwege vaardigheid met kleine straatjes of ritten met veel adressen. Ook houden planners rekening met voorkeuren die chauffeurs persoonlijk aan ze doorgeven, dit wordt verder niet geadministreerd. Om dit bij te houden kunnen chauffeurs gecategoriseerd worden op basis van wel/niet 's nachts willen rijden, wel/niet in het weekend rijden, wel/niet in het buitenland rijden, één of meer adressen per rit en de voorkeur voor voertuigtype. Verder moet de planner zelf meer restricties en categorieën aan kunnen maken.

Deze voorkeuren en kenmerken over chauffeur zouden niet als restrictie opgenomen moeten worden, geef dit als opmerking weer. Als restrictie wordt het te complex, ook vanwege grote aantal chauffeurs (Kroeze, 2014).

Claassen - De capaciteiten van chauffeurs, niet elke chauffeur is even goed op een bepaalde rit. Elke chauffeur heeft zo zijn voorkeuren, voor bijvoorbeeld regio's of gebieden zonder kleine straatjes. Ook mogen sommige chauffeurs niet internationaal rijden. Deze kennis zit allemaal in de hoofden van de planners.

Deze kennis zouden we graag in het systeem terug zien, al is dit lastig omdat je dan ook informatie vanuit de klant nodig hebt. Hierdoor wordt het planproces erg arbeidsintensief. Restricties die we wel in het systeem terug willen zien zijn die van *ADR* (soft, want er zijn verschillende gradaties binnen *ADR*) voertuigvoorkeur en het niet mogen rijden in bepaalde milieuzones (van de Wiel, 2014).

Peter Appel Transport - Momenteel hanteren we zelf de volgende restricties:

- Rijbewijzen van chauffeurs;
- Bloktijden van adressen;
- Voertuigtypes (schotten, compartimenten, bakwagen);
- Koelmotor (ja/nee, types);
- Laadklep aanwezig;
- Afmetingen;
- Reclame op de deur;
- Milieuzones (euroclassificaties);
- Bepaalde chauffeurs die niet bij klanten komen.

Bij ongeveer 20% van onze orders speelt capaciteit ook een rol, verder werken we met volle ladingen vanuit de vraag van de klant.

Onze voorkeur gaat er niet naar uit om al deze restricties hard in *Transplan* te zien, beter zou een zijn om een model te hebben waarin wij, de gebruiker, restricties kunnen aanmaken en beheren. Ook moeten restricties altijd overschrijdbaar zijn, al moet dit gemonitord worden zodat er op overschrijdingen gestuurd kan worden (Neeft, 2014).

- Deelvraag 1e: Welke restricties missen jullie nog meer in *Transplan*?

Claassen - Restricties omtrent de Rijtijdenwet (Transport Online, 2014), zoals het maximaal toelaatbare uren per chauffeur per week. Restricties moeten altijd als waarschuwing gelden en overschrijdbaar zijn (van de Wiel, 2014).

Peter Appel Transport - Maak een raamwerk waarin verbanden worden gelegd tussen allerlei aspecten binnen het planproces waartussen restricties kunnen bestaan. Het moet dus een

universeel model zijn, welke ook voor nieuwe klanten geschikt is, waarbij ze zelf op controle momenten restricties kunnen aanmaken en kunnen beheren (Neeft, 2014).

10. IN WELKE SEGMENTEN IS DE TRANSPORTSECTOR OP TE DELEN, GELET OP VERSCHILLEN IN PRIORITEIT VAN RESTRICTIES?

Om echt maatwerk te kunnen leveren in *Transplan*, is het goed om restricties toe te kunnen spitzen op de verschillende markten. Nu is de transportsector op te delen aan de hand van de categorieën die eerder zijn benoemd in **PARAGRAAF 1.2.1**. Echter worden er nu geen aparte restricties meer hard in *Transplan* geschreven, maar werken we toe naar een model van restricties. Dit is besloten na gesprekken met Remco Groot Beumer, en ligt in lijn met de interviews met klanten. In dit model kan de gebruiker zelf restricties aanmaken, en dus is de opdeling in markten niet meer relevant. Wel kan bijvoorbeeld **TABEL 3.1** worden meegegeven aan klanten, om inzicht te hebben in wat aspecten waarop ze restricties kunnen hebben. Verder zullen we in **PARAGRAAF 5.2.1** het template geven wat we hebben ontwikkeld om systematisch restricties aan te maken als gebruiker.

5.2 USE CASES

Nu de interviews met *Netko*, *Claassen* en *Peter Appel Transport* geweest zijn, wordt het zaak om de input vanuit de klanten naar een hoger, universeel niveau te tillen, het zogenaamde generaliseren. Dit doen we in zogenaamde use cases. Maar alvorens we de use cases behandelen, gaan we eerst in op hoe use cases zijn opgebouwd en hoe we er aan zijn gekomen.

5.2.1 VORM USE CASES EN TRANSFORMATIE NAAR RESTRICTIES

Use cases hebben de vorm van een tekstuele beschrijving van de werkelijkheid, toegespitst op transportbedrijven in dit onderzoek. Deze use cases bevatten daarmee informatie over functionaliteit die in *Transplan* ingebouwd zouden moeten worden, allemaal geschreven als restrictie op het planproces. Voorbeelden van deze use cases zijn:

- I. Het *Jumbo* filiaal in Enschede mag niet worden beleverd door een vrachtwagen met reclame voor bijvoorbeeld de Albert Heijn in Raalte op de trailer.
- II. Ritten waarbij *ADR*-lading wordt vervoerd, moeten worden gereden door een chauffeur die beschikken over een *ADR*-certificaat.
- III. Het gevraagde aantal ladingdragers zoals pallets in één rit, moet passen in de trailer die voor de rit gebruikt wordt.

Deze voorbeeld use cases zijn gebaseerd op use cases uit de praktijk, zie **PARAGRAAF 5.2.3** voor meer use cases. Deze use cases blijken nagenoeg allen dezelfde vorm te hebben, waardoor ze gegeneraliseerd kunnen worden. Ze beschrijven namelijk allen op een systematische manier de relatie(restrictie) tussen eigenschappen(attributen) van twee verschillende objecten(entiteiten). Hierbij kan gewerkt worden op verschillen niveaus(werkniveaus). Met deze kennis in het achterhoofd hebben we het volgende formaat opgesteld waarmee we de vertaalslag van use cases naar restricties op generieke wijze kunnen maken:

Entiteit A met waarde X voor attribuut Y van werkniveau Z
[mag niet] / [moet] / [moet gelijk zijn aan] / [moet groter dan of gelijk zijn aan] /
[moet kleiner dan of gelijk zijn aan]

Entiteit A' met waarde X' voor attribuut Y' van werkniveau Z'

De voorbeeld use cases van hierboven zetten we om in restricties als volgt:

- I. Entiteit 'Trailer' met waarde 'Albert Heijn Raalte' voor attribuut 'reclame' van werkniveau 'alle trailers' [mag niet] ingezet worden voor entiteit 'Klant' met waarde 'Jumbo Enschede' voor attribuut 'klantnaam' van werkniveau 'alle klanten'.
- II. Entiteit 'Rit' met waarde 'Ja' voor attribuut 'Bevat ADR' van werkniveau 'Alle ritten' [moet] worden gekoppeld aan entiteit 'Chauffeur Jan Janssen' met waarde 'Ja' voor attribuut 'Heeft ADR-certificaat' van werkniveau 'Individuele chauffeur'.
- III. Entiteit 'Trailer' met waarde '30' voor attribuut 'capaciteit_aantal' van werkniveau 'alle trailers' AND waarde 'pallet' voor attribuut 'capaciteit_emballagetype' werkniveau 'individuele emballagetype' moet groter dan of gelijk zijn aan entiteit 'Rit' met waarde '28' voor attribuut 'gevraagd_aantal' van werkniveau 'alle ritten' AND 'pallet' voor attribuut 'gevraagd_emballagetype' van werkniveau 'Individuele emballagetype'.

Hierbij moet aangetekend worden dat werkniveau gezien moeten worden als niveau waarop een entiteit bekeken wordt. Ter illustratie, bij de tweede restrictie voor alle ritten waarvoor ADR nodig is geldt dat er per chauffeur gekeken moet worden of deze een ADR certificaat heeft.

5.2.2 PROCES USE CASES EN BUSINESS LOGICA

De use cases in de vorm zoals in de vorige paragraaf besproken hebben we verkregen op verschillende manieren. Als input voor use cases (en de daarbij behorende restricties) hebben we verkregen op de volgende manieren:

- Interviews met *Netko*, *Claassen* en *Peter Appel Transport*;
- Analyse *Transplan*;
- Overleg met Remco Groot Beumer;
- Eigen inzicht.

Daarnaast onderscheiden we nog een andere categorie, namelijk de zogenaamde *Business Logica*, waarmee we set regels aanduiden, die voor ieder bedrijf gelden, omdat ze puur op logica gebaseerd zijn. Voorbeelden hiervan zijn:

- Het aantal gerealiseerde werkuren, mag het maximaal aantal wettelijk toelaatbare werkuren NIET overschrijden;
- Resources zoals vloot en chauffeur mogen NIET dubbel ingepland worden;
- Chauffeurs die niet beschikbaar zijn, mogen NIET ingepland worden;
- Trailers van het type 'x' mogen NIET worden getrokken door trekkers van het type 'y'.

Hierbij moet overigens wel opgemerkt worden dat we nooit alle restricties en *Business Logica* in één lijst kunnen vangen. Altijd kan men een restrictie of een regel voor *Business Logica* toevoegen. De *Business Logica*-regels staan verder los van de restricties en worden verder weer behandeld in HOOFDSTUK 6.

5.2.3 USE CASES MET BIJBEHORENDE RESTRICTIES

We geven een aantal use cases, die volgen uit de bronnen zoals in PARAGRAAF 5.2.2 besproken:

1. Tijdens een rit mag maar één klantgroep beleverd worden.

2. Een rit moet in één bepaalde regio blijven.
3. Een chauffeur mag niet meer dan 8 uur per dag in de vrachtwagen zitten.
4. Een chauffeur kan verboden worden te leveren bij een bepaalde klant, of een klant kan een voorkeur voor een chauffeur aangeven. Ook kan een chauffeur aangeven wat zijn voorkeur is voor bijvoorbeeld type locaties.
5. Ritten waarbij *ADR*-lading wordt vervoerd, moeten worden gereden door een chauffeur die beschikken over een *ADR*-certificaat.
6. Een chauffeur kan voorkeur hebben voor het rijden van ritten in de nacht of het weekend, of voor het rijden in een specifiek land en/of regio.
7. Een klant mag niet worden beleverd door een vrachtwagen met reclame van een andere klant op de trailer.
8. Per land en/of regio kunnen er andere maximale afmetingen aan zowel getrokken als trekkende vloot gelden, waardoor niet elke combinatie van getrokken en trekkende vloot in elk land/regio toegestaan is.
9. Ritten waarin de vracht in getrokken vloot meegaat van boven de 7500 kg (een aparte trailer), mogen alleen worden gereden door een chauffeur met een DE-rijbewijs.
10. Als een locatie –en/of de route naar de locatie toe – in een milieuzone ligt, moet de trekkende vloot die aan deze rit wordt gekoppeld, de milieuclassificatie(s) hebben om de locatie te kunnen bereiken.
11. Een chauffeur mag niet in een specifiek land rijden.
12. Voor beleving van pallets is een pompwagen nodig, welke al dan niet aanwezig is op de locatie, anders moet deze zelf worden meegenomen.
13. Een chauffeur kan de voorkeur geven aan een rit met maar één locatie, of juist aan een rit met veel locaties.

Deze use cases zetten we om in restricties volgens het schema dat beschreven is [PARAGRAAF 5.2.1](#), en wel als volgt:

1. Entiteit 'Rit' met waarde '*Albert Heijn*' voor attribuut 'klantnaam' van werkniveau 'Alle ritten' moet gelijk zijn aan entiteit 'Klant' met waarde '*Albert Heijn*' voor attribuut 'klantgroep' van werkniveau 'alle klanten'.
2. Entiteit 'Rit' met waarde 'Twente' voor attribuut 'Regio' van werkniveau 'Alle ritten' moet gelijk zijn aan entiteit 'Klant' met waarde 'Twente' voor attribuut 'Regio' van werkniveau 'alle klanten'.
3. Entiteit 'Rit 7683' met waarde '7,5' voor attribuut 'Aantal ingeplande rij-uren' van werkniveau 'individuele rit' moet kleiner zijn dan of gelijk zijn aan entiteit 'Chauffeur' met waarde '8' voor attribuut 'Maximaal toelaatbare rij-uren per dag' van werkniveau 'alle chauffeurs'.
4. Entiteit 'Chauffeur Jan Janssen' met waarde 'Jan Janssen' voor attribuut 'Naam' van werkniveau 'Individuele chauffeurs' mag niet rijden een entiteit 'Rit' met waarde '*Albert Heijn Enschede*' voor attribuut 'Klantnaam' van werkniveau 'Alle ritten'.
5. Entiteit 'Rit' met waarde 'Ja' voor attribuut 'Bevat *ADR*' van werkniveau 'Alle ritten' moet worden gekoppeld aan entiteit 'Chauffeur' met waarde 'Ja' voor attribuut 'Heeft *ADR*-certificaat' van werkniveau 'Alle chauffeurs'.
6. Entiteit 'Rit' met waarde 'Nederland' voor attribuut 'Land' van werkniveau 'Alle ritten' moet worden gereden door entiteit 'Chauffeur' met waarde 'Nederland' voor attribuut 'Voorkeursland' van werkniveau 'Alle chauffeurs'.
7. Entiteit 'Trailer' met waarde '*Albert Heijn*' voor attribuut 'reclame' van werkniveau 'alle trailers' mag niet ingezet worden voor entiteit 'Klant' met waarde '*Jumbo*' voor attribuut 'klantnaam' van werkniveau 'alle klanten'.

8. Entiteit 'Locatie' met waarde '18,75' voor attribuut 'Maximaal toegelaten lengte in land van locatie' van werkniveau 'alle locaties' moet groter dan of gelijk zijn aan entiteit 'Getrokken vloot' met waarde '18,00' voor attribuut 'Lengte' van werkniveau 'alle getrokken vloot'.
9. Entiteit 'Chauffeur' met waarde 'D' voor attribuut 'Rijbewijs' van werkniveau 'Alle chauffeurs' mag niet rijden met entiteit 'Getrokken vloot' met waarde groter of gelijk aan '2500' voor attribuut 'Leeg gewicht trailer' van werkniveau 'alle getrokken vloot'.
10. Entiteit 'Locatie' met waarde 'Ja' voor attribuut 'Milieuzone' van werkniveau 'Alle locaties' moet worden bevestigd door groter dan of gelijk aan entiteit 'Trekken vloot' met waarde '4' voor attribuut 'milieuclassificatie Euronorm' van werkniveau 'Alle trekkende vloot'.
11. Entiteit 'Chauffeur Jan Jansen' met waarde 'Duitsland' voor attribuut 'Blacklist landen' van werkniveau 'Individuele chauffeur' mag niet rijden een entiteit 'Rit' met waarde 'Duitsland' voor attribuut 'Land van locatie' van werkniveau 'alle ritten'.
12. Entiteit 'Locatie' met waarde 'Nee' voor attribuut 'Pompwagen aanwezig' van werkniveau 'Alle locaties' AND entiteit 'Rit 4215' met waarde 'Pallet' voor attribuut 'Ladingdragertype' van werkniveau 'Individuele rit' moet worden gekoppeld aan entiteit 'Getrokken vloot' met waarde 'Ja' voor attribuut 'Pompwagen aanwezig in trailer' van werkniveau 'Alle getrokken vloot'.
13. Entiteit 'Rit 2145' met waarde '1' voor attribuut 'Aantal locaties binnen rit' van werkniveau 'Individuele rit' moet worden gekoppeld aan entiteit 'Chauffeur' met waarde '1' voor attribuut 'Voorkeursaantal locaties binnen rit' van werkniveau 'Alle chauffeurs'.

Naast deze restricties zijn er ook nog de regels van *Business Logica*, deze zijn reeds bijgevoegd in **PARAGRAAF 5.2.2**.

5.3 RESTRICTIEMODEL

Door de input uit de interviews met *Netko*, *Claassen* en *Peter Appel Transport* kritisch te bekijken, gecombineerd met gesprekken met Remco Groot Beumer en een IT-specialist van *RGB+*, hebben we een model opgesteld waarin restricties in het planproces gevisualiseerd worden. Dit model is bijgevoegd in **FIGUUR 5.2**, samen met de bijbehorende legenda in **FIGUUR 5.1**. We zullen het Restrictiemodel eerst toelichten en gemaakte keuzes onderbouwen in **PARAGRAAF 5.3.1**.

5.3.1 TOELICHTING RESTRICTIEMODEL

Het model zoals afgebeeld in **FIGUUR 5.2**, bestaat uit zeven entiteiten, namelijk:

- Order = verzameling orderregels, opdracht voor chauffeurs;
- Rit = ingeplande order, gekoppeld aan vloot en chauffeur;
- Klant = vragende partij;
- Locatie = gegevens over adres dat gevraagd wordt door klant;
- Chauffeur = medewerker die ingepland moet worden op rit;
- Getrokken vloot = eenheid binnen vloot die getrokken dient te worden;
- Trekkende vloot = eenheid binnen vloot die kan trekken.

Elke entiteit heeft een uniek kenmerk (ID), waarmee ze te herkennen zijn. Deze entiteiten kennen één of meer aggregatieniveaus, dit geeft de basis aan waarop ze samengenomen kunnen worden. Deze aggregatieniveaus komen tot uiting in het planproces, door verschillende weergavemogelijkheden in te bouwen (bijvoorbeeld het alleen weergeven van beschikbare chauffeurs). Twee entiteiten kunnen attributen overerven van hun *parent*-entiteit, namelijk de Rit

en de Locatie. Hier hebben we voor gekozen omdat een rit bestaat uit meerdere orders, en dus moet in een rit informatie (waarden van attributen behorend bij entiteit 'Order') over één of meerdere orders worden overgenomen. Evenzo is een locatie verbonden aan een 'Klant', bijvoorbeeld Albert Heijn Raalte is een locatie van klant 'Albert Heijn'. Deze relaties zijn aangegeven met een pijl en we hebben een outputattribuut aangemaakt in de ontvangende entiteit. Ten slotte kunnen aan de entiteiten zogenaamde attributen worden toegevoegd, oftewel eigenschappen die iets zeggen over de entiteit waar ze bij horen. We hebben een lijst met mogelijke attributen opgesteld op basis van de interviews met de klanten en de besprekingen met Remco Groot Beumer. Deze lijst met attributen is bijgevoegd in **TABEL III.1**. Deze attributen zijn van één van de in **FIGUUR 5.1** genoemde datatypes. Omdat iedere klant van *RGB+* zeer specifieke wensen heeft, moet het systeem te personaliseren zijn door de gebruikers zelf.

De data uit *Transplan* zijn op te delen in twee categorieën, namelijk de operationele data, oftewel data die per order (per operatie) tijdens het inplannen worden ingevoerd en/of gemuteerd, en ten slotte is er de statische data. Deze data worden eenmalig door de gebruiker van *Transplan* ingevoerd en hoeven later slechts incidenteel – wanneer nodig – te worden gemuteerd.

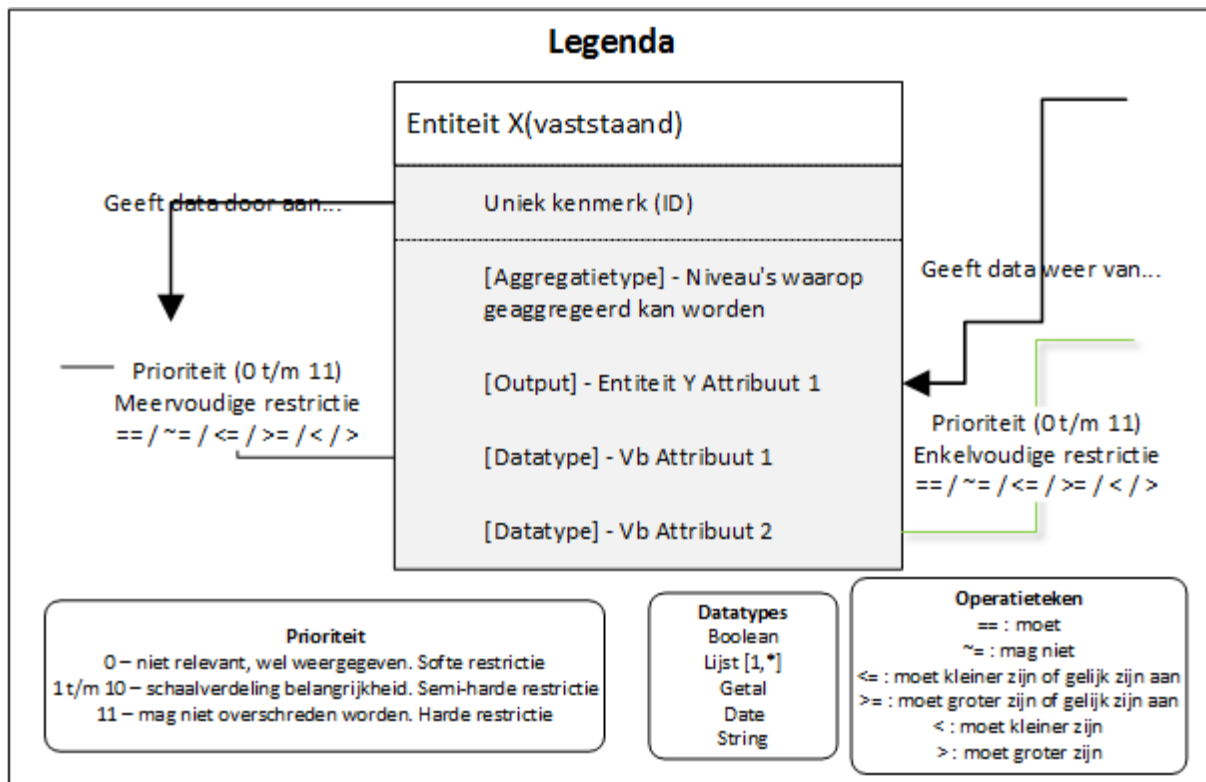
Het belangrijkste aspect van het model, de restricties, zijn als volgt verwerkt. Restricties bestaan tussen verschillende entiteiten. Hierbij hebben we besloten om twee types restricties aan te maken, namelijk aan de ene kant de zogenaamde meervoudige restricties, die bestaan tussen twee attributen van twee entiteiten met statische data, en aan de andere kant bestaan zogenaamde enkelvoudige restricties, die bestaan tussen een attribuut van een entiteit met statische data en een attribuut van een entiteit met operationele data. Tussen alle attributen van entiteiten met statische data zijn restricties mogelijk (meervoudige restricties). Enkelvoudige restricties zijn alleen mogelijk tussen Klant-Order, Locatie-Order, Getrokken Vloot-Rit, Trekkende Vloot-Rit en Chauffeur-Rit, omdat deze de relatie van operationele met statische data beschrijven. Met dit verschil tussen de restricties wordt vooral duidelijk gemaakt welke databronnen betrokken worden bij een restrictie, hier komen we in **PARAGRAAF 6.3.2** op terug.

Het model van restricties zou ingevuld moeten worden met de restricties zoals die zijn opgesteld in **PARAGRAAF 5.2.3**. Hierbij moet zowel de vorm van de restricties (de specifieke schrijfwijze) als de inhoud van de specifieke restricties, die volgen uit de use cases, in het model opgenomen kunnen worden. Met dit Restrictiemodel moet de gebruiker in staat zijn om zelf restricties te beheren.

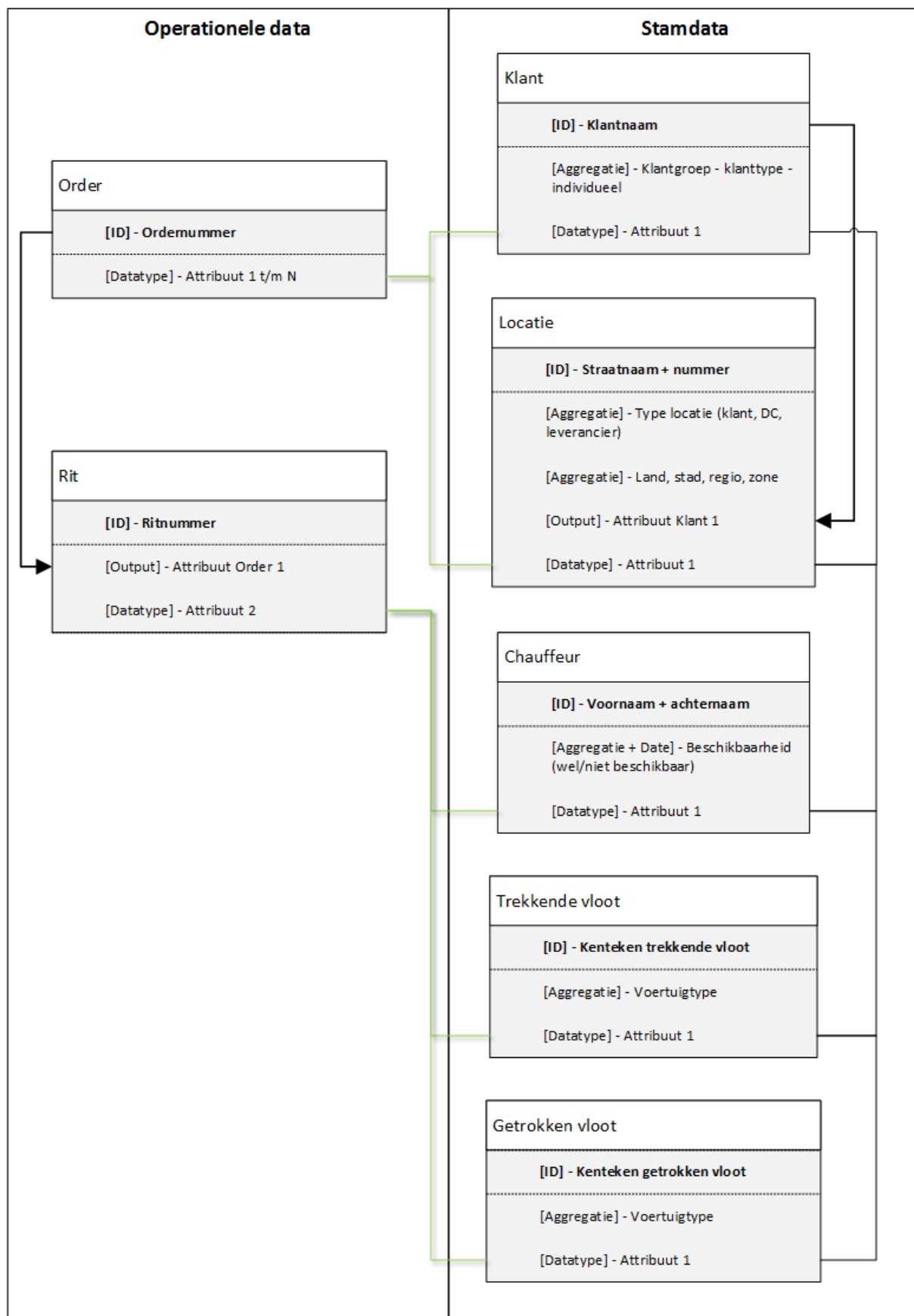
Aan de restricties moet een prioriteit worden toegekend, waarmee de gebruiker aangeeft hoe belangrijk een restrictie wordt geacht. Hierin zijn drie categorieën mogelijk, namelijk:

- 0 – niet relevant, wel weergeven. Softe restrictie;
- 1 t/m 10 – schaalverdeling voor belangrijkheid, Semi-harde restrictie;
- 11 – mag niet overschreden worden. Harde restrictie.

Deze categorisering hebben we opgesteld om het systeem zowel 'maakbaar' te maken voor *RGB+*, als dat het configureerbaar genoeg is voor de gebruiker. *RGB+* dient nu drie hoofdcategorieën in *Transplan* aan te maken, elk met andere gevolgen, die verder worden toegelicht in **HOOFDSTUK 6**. Voor de gebruiker is het nu ook duidelijk dat er slechts drie categorieën zijn, terwijl er binnen de semi-harde categorie wel een onderverdeling te maken is. Hierin zijn 10 stappen mogelijk, om zodoende het waarschijnlijk grote aantal semi-harde restricties toch goed te kunnen prioriteren. Naar aanleiding van dit onderzoek raden we nog niet aan om *PTV xServer* de ritten te laten filteren op basis van de harde restricties, omdat dit nog een stap verder gaat, namelijk richting automatisering van het planproces. In plaats daarvan worden er consequenties in de vorm van notificaties gehangen aan overschrijdingen van restricties. In **PARAGRAAF 3.4** behandelen we enkele aandachtspunten voor het toekennen van prioriteiten aan restricties. De gebruiker van *Transplan* doet er dan ook goed aan om deze door te nemen.



FIGUUR 5.1 - LEGENDA VAN HET RESTRICTIEMODEL



FIGUUR 5.2 - RESTRICTIEMODEL

5.3.2 CONTROLE RESTRICTIEMODEL

Het model van restricties toetsen we aan de use cases zoals die zijn beschreven in **PARAGRAAF 5.2.3**. Immers, de gebruikers van *Transplan* dienen alle restricties toe te kunnen voegen, die in lijn liggen met functionaliteiten die zij hebben aangegeven in de use cases. De vraag is dus of alle mogelijke restricties die volgen uit use cases in het model op te nemen zijn als enkel- of meervoudige restrictie. Hiervoor toetsen we de restricties uit **PARAGRAAF 5.2.3** aan de hand van de volgende criteria:

1. Staan de entiteiten uit de restricties in het model?
2. Kunnen de attributen van de entiteiten 'Rit' en 'Order' uit de restricties in het model op een logische wijze toegevoegd worden door *RGB+*?
3. Staan attributen van de overige entiteiten uit de voorbeeldrestricties reeds in het model of kunnen worden toegevoegd in het model (zoals beschreven in restricties)?
4. Zijn alle restricties te verdelen in enkelvoudige restrictie en meervoudige restricties?
5. Geven de restricties zoals die in het model opgenomen kunnen worden een eindige uitkomst? (dat wil zeggen: brengt de restrictie een scheiding aan tussen wel en niet-toegestane ritten?)

De criteria zijn uitgezet tegen de onderzochte restricties, zie hiervoor **TABEL 5.1**.

Restrictie	Criterium 1	Criterium 2	Criterium 3	Criterium 4	Criterium 5
1.	V	V	V	V	V
2.	V	V	V	V	V
3.	V	V	V	V	V
4.	V	V	V	V	V
5.	V	V	V	V	V
6.	V	V	V	V	V
7.	V (trailer = getrokken vloot)	N.v.t.	V	V	V
8.	V	N.v.t.	V	V	V
9.	V	N.v.t.	V	V	V
10.	V	N.v.t.	V	V	V
11.	V	V	V	V	V
12.	V	N.v.t.	V	V	V
13.	V	N.v.t.	V	V (drievoudig)	V
14.	V	V	V	V	V

TABEL 5.1 - CRITERIA VOOR RESTRICTIES

Zoals we kunnen zien in **TABEL 5.1** wordt op alle criteria positief (V) gescoord. Omdat criterium 2 specifiek gaat over de entiteiten 'Rit' en 'Order', en deze niet in elke use case voorkomen, wordt hier bij restricties 7 t/m 10, 12 en 13 'Niet van toepassing' genoteerd. Nu is vastgesteld dat de

restricties die volgen uit de use cases zoals die onder andere door klanten van *RGB+* zijn opgesteld, in het model onder te brengen zijn, concluderen we dat het model zoals voorgesteld in **FIGUUR 5.2** volstaat. Zodoende kunnen we het model verder analyseren en de benodigde notificaties in geval van overschrijding van een restricties, verder uitwerken, dit doen we in **HOOFDSTUK 6**.

5.4 CONCLUSIE

In dit hoofdstuk hebben we achtereenvolgens de interviews, de vragen en de belangrijkste uitkomsten behandeld. Vervolgens ging de analyse verder door de uitkomsten van de interviews, gecombineerd met besprekingen met *RGB+*, om te zetten in use cases. Deze tekstuele beschrijvingen van praktijkvraagstukken geven weer wat het *Transplan* qua restricties aan zou moeten kunnen. Deze use cases zijn vervolgens omgezet tot restricties. Tevens hebben we kennis gemaakt met de *Business Logica*-regels, welke verder terugkomen in **HOOFDSTUK 6**. Ten slotte hebben we het Restrictiemodel geïntroduceerd, welke ook is gevalideerd door de use cases hier op te reflecteren.

6. IMPLEMENTATIE VAN MODEL EN NOTIFICATIES

Restricties in een planproces zijn weinig waard als het overschrijden ervan geen consequenties heeft. Deze consequenties moeten op een weloverwogen manier kenbaar worden gemaakt aan de planner. RGB+ hecht daarom veel waarde aan het invoeren van notificaties bij overschrijdingen van restricties. Alvorens we deze notificaties bespreken, zullen we eerst nog het model kort herhalen en de in HOOFDSTUK 5 genoemde Business Logica verder toelichten. Naast de notificaties is de technische kant van de implementatie en het implementatieplan een belangrijk onderdeel van dit hoofdstuk. Ten slotte zullen deelvragen 11 en 12 beantwoord worden.

6.1 RESTRICTIEMODEL

Het model van restricties zoals is opgesteld in HOOFDSTUK 5 is een schematische weergave van hoe restricties kunnen bestaan tussen verschillende onderdelen van het planproces. Hierin zijn we uitgegaan van twee soorten restricties, namelijk de meervoudige restricties, die bestaan tussen twee attributen van twee entiteiten met statische data, en de enkelvoudige restricties, die bestaan tussen een attribuut van een entiteit met statische data en een attribuut van een entiteit met operationele data. Naast deze restricties bestaan regels van *Business Logica*, meer hierover in PARAGRAAF 6.2. Verder is er nog input vergaard tijdens de interviews met de klanten, onder andere over hoe de module voor het invoeren van restricties, de zogenaamde Restrictiemodule, er het beste uit kan zien. Hiermee kunnen we deelvraag 11 beantwoorden, deze gaat als volgt:

11. HOE KAN DE RESTRICTIEMODULE HET BESTE WORDEN WEERGEGEVEN OM FOUTEN DOOR OVERSCHRIJDINGEN VAN RESTRICTIES TE MINIMALISEREN?

Netko - De restricties moeten altijd actueel gehouden worden; hiervoor moeten verantwoordelijken worden gedefinieerd. Waardes worden nu ingevuld na het aannemen van een chauffeur, daarna wordt moet het levendig gehouden worden (Kroeze, 2014).

Claassen - Afhankelijkheid van de klant voor allerlei waardes, dit is vervelend omdat deze data regelmatig onjuist zijn. Voorbeelden voor deze data zijn bloktijden, ADR-order, gewicht, aantal pallets en het type pallets. Meeste klanten van *Claassen* gebruik de portal van *Transplan*. Soms zijn er problemen met de Belgische/Nederlandse adressen, dan komen de postcodes per ongeluk overeen (van de Wiel, 2014).

Peter Appel Transport - Er zit teveel kennis over restricties in de hoofden van de planners. Daardoor wordt dynamische data in *Transplan* slecht bijgehouden nu. Actueel houden van restricties blijft mensenwerk echter (Neeft, 2014).

RGB+ - Door restricties wezenlijk los te koppelen van notificaties kunnen beiden onafhankelijk van elkaar worden geconfigureerd, en kunnen bepaalde notificaties worden gekoppeld aan hele set restricties. Zo kunnen zowel restricties als notificaties beter beheerst worden. (Groot Beumer, 2014)

6.2 BUSINESS LOGICA-REGELS

Business Logica(BL)-regels zijn vaststaande logische wetmatigheden die voor ieder bedrijf binnen de transportsector moeten gelden. Het gaat hierbij om regels die veelal om fysieke redenen niet verbroken kunnen worden (en daarmee geldt in *Transplan* 'niet mogen'). De *Business Logica*-regels uit HOOFDSTUK 5 zijn:

- Het aantal gerealiseerde werkuren, mag het maximaal aantal wettelijk toelaatbare werkuren NIET overschrijden;
- Resources zoals vloot en chauffeur mogen NIET dubbel ingepland worden;
- Chauffeurs die niet beschikbaar zijn, mogen NIET ingepland worden;
- Trailers van het type 'x' mogen NIET worden getrokken door trekkers van het type 'y'.

Omdat deze regels universeel zijn kunnen ze ook als zodanig vast worden opgenomen in *Transplan*. Gebruikers van *Transplan* kunnen hierbij, net als bij de restricties, prioriteiten koppelen aan deze *BL*-regels. Zodoende kan de gebruiker aangeven dat een bepaalde regel, in een uitzonderlijk geval, toch niet van toepassing is op zijn/haar planproces. We stellen, in overleg met *RGB+*, dat de *BL*-regels zo fundamenteel zijn, dat ze voor ieder planproces moeten gelden, en daarom ook niet in een aanpasbaar model opgenomen hoeven te worden. Zo blijft het model overzichtelijk. Wel kan de gebruiker door middel van prioriteiten de impact van een overschrijding van een Business Logical regel bepalen. Wat er precies gebeurt in geval van overschrijding van *Business Logical*-regels beschrijven we in **PARAGRAAF 6.3.4**.

6.3 NOTIFICATIES

Notificaties voor acties die 'niet mogelijk zijn' zijn er in vele soorten en maten, variërend van pop-up berichten tot het grijs markeren van een niet-mogelijke optie. Daarnaast zijn er verschillende momenten waarop een notificatie weergegeven kan worden, en kunnen notificaties herhaald worden. Verder is het bijvoorbeeld ook mogelijk om verschillende deelnotificaties samen weer te geven in een geaggregeerde notificatie. Kortom, er zijn vele mogelijkheden, die we in deze paragraaf zullen behandelen. We leggen enkele alternatieven naast elkaar, ook voor de *BL*-regels. Hierbij worden ook de voorkeuren vanuit *RGB+* en/of de klanten meegenomen en zullen we ingaan op de technische mogelijkheden van de notificaties.

6.3.1 VERSCHILLENDE NOTIFICATIES

Zoals gezegd zijn er vele soorten notificaties mogelijk. Hierbij kan men denken aan notificaties die middels push worden toegediend aan de gebruiker, of door een pull-systeem moeten worden 'opgehaald' door de gebruiker. Ook zijn er verschillende gradaties en bijbehorende kleurcodes mogelijk, voor bijvoorbeeld meldingen, waarschuwingen en *errors*. Ook kunnen buttons pas klikbaar worden na enkele seconden, om te waarborgen dat de melding gelezen wordt, of kunnen buttons zelfs af en toe omgewisseld worden, ook weer om de planner meer bewust te maken van de notificatie, in plaats van dat deze direct wordt weg geklikt (*custom made* notificaties). Ook kan men denken aan het voorkomen van overschrijdingen door verschillende opties niet weer te geven, of wel weer te geven maar niet-aanklikbaar te maken. Hiervoor zijn verschillende manieren, we hebben zelf een voorzet gegeven van aspect waarop notificaties van elkaar kunnen verschillen:

- *Push/pull* – wordt de melding meteen gepresenteerd of moet deze opgehaald worden?
- *Direct/vertraging* – zijn notificaties direct weg te klikken door de gebruiker of zit er een vertraging in de 'bevestig'-knop, waarmee de notificatie weg geklikt kan worden.
- *Voorkomen/melding maken* – een notificatie kan ook voorkomen worden door het voorkomen van het overschrijden van een restrictie.
- *Losse meldingen/samenvatting* – moeten notificaties per stuk worden weergegeven of al dan niet samengevat worden samengenomen in 1 verzamelnotificatie.
- *Custom made/standaard Windows format* – er kan zelfs een notificatiesysteem ontwikkeld worden, maar er kan ook gebruik worden gemaakt van de standaard notificaties van Windows.

- Goed/neutraal/waarschuwing/error – er kunnen verschillende gradaties worden aangebracht in de notificaties, elk met andere weergaves.
- Wel/niet opslaan van notificaties – het kan wenselijk zijn om notificaties op te slaan om zodoende planners te monitoren en te evalueren.

6.3.2 WAAR ZIJN NOTIFICATIES NODIG?

Restricties worden opgenomen in verschillende onderdelen van *Transplan*, namelijk in de menu's voor Statische Data en in het planproces zelf, tijdens het aanmaken van ritten, zie hiervoor **PARAGRAAF 6.4.1**. Omdat de restricties op verschillende plekken 'plaats vinden' tussen data, worden hun waardes ook ingevuld op verschillende plekken in *Transplan*. Daarom moeten notificaties ook plaatsvinden in verschillende onderdelen van *Transplan*. De volgende plekken zijn hiermee te identificeren:

1. Statische data - Klanten, zie **FIGUUR 4.1**;
2. Statische data - Adressen, zie **FIGUUR 4.2**;
3. Statische data - Vloot, zie **FIGUUR 4.3**;
4. Statische data - Medewerkers, zie **FIGUUR 4.4**;
5. Statische data - Statische data, zie **FIGUUR 4.5**;
6. Orderdossiers - Orderdossiers, zie **FIGUUR 4.6**;
7. Planning - Planbord, zie **FIGUUR 4.8**.

Deze plekken waar restricties en bijbehorende notificaties plaatsvinden gebruiken we voortaan, in combinatie met hun identificatienummer.

6.3.3 INSTELBAARHEID NOTIFICATIES

Naast een Restrictiemodule waarin restricties beheerd kunnen worden, is er ook een module nodig waarin notificaties beheert kunnen worden. Zo kan de gebruiker van *Transplan* in één overzicht notificaties aanpassen op één of meer plekken tegelijk of voor een bepaald type notificatie. Deze module wordt verder behandeld in **PARAGRAAF 6.4.3**.

6.3.4 BUSINESS LOGICA

De *Business Logica*-regels worden als vaste regels in *Transplan* opgenomen, waarbij de gebruiker de prioriteit van de afzonderlijke regels kan beheren. *Business Logica* vindt slechts plaats bij het inplannen zelf, dus op locatie 7 (zie **PARAGRAAF 6.3.2** voor de locaties). Deze *Business Logica*-regels krijgen dezelfde notificaties als de, door de gebruiker aangemaakte, restricties, waarbij bij de *BL*-regels expliciet in de notificatie wordt weergegeven dat het een *BL*-regel betreft.

6.3.5 VOORKEUREN VANUIT KLANTEN EN RGB+

Naast de verschillende notificaties die mogelijk zijn en de plekken binnen *Transplan* waarin restricties en notificaties worden opgenomen, is het ook belangrijk om de voorkeuren vanuit *RGB+* en vanuit de klanten mee te nemen. Deze voorkeuren zijn vergaard in de besprekingen met *RGB+* en interviews met de klanten. Hiermee komen we tot de beantwoording van deelvraag 12.

12. OP WELKE MANIER Zouden RESTRICTIES, EN HET OVERSCHRIJDEN ERVAN, MOETEN WORDEN WEERGEGEVEN OP EEN PLANBORD OM ZODOENDE FOUTEN TE MINIMALISEREN?

Netko - Allereerst moeten de data goed worden beheerst, zo minimaliseer je ook aantal meldingen. Houd meldingen goed zichtbaar, wissel regelmatig om blind doorklikken te voorkomen. Maak onderscheid tussen push en pull meldingen, voor respectievelijk harde en softe restrictie-overschrijdingen. Moet vooral opvallen, zoals een kruis door niet-mogelijke ritten, of in een apart scherm weergeven. Ook vertraging of dubbele bevestiging in de notificatie is mogelijk, ter bewustwording (Kroeze, 2014).

Claassen - Op het moment van koppeling van chauffeur en rit moet er een pop-up worden weergegeven als de combinatie niet mogelijk is. Ook kunnen niet-mogelijke combinaties uitgefilterd worden, zodat deze niet gekoppeld kunnen worden. De avondwerkers kunnen tijdens het verwerken van de route-administratie de notificaties bevestigen en daarmee het bestaan van de route bevestigen. Elke restrictie moet overschrijdbaar zijn in *Transplan*, de planner moet altijd een rit kunnen aanmaken, zij het met onmogelijke combinaties (van de Wiel, 2014).

Peter Appel Transport - Vele mogelijkheden om een notificatie weer te geven, zoals icoontjes en meldingen, al dan niet rechtstreeks op planbord, afhankelijk van de het soort restrictie (het prioriteit). Ook het monitoren van notificaties is belangrijk. Zelfleerzaamheid hierin zou fijn zijn, om zo de gebruikelijke acties van de planner in het systeem op te nemen. Er kan ook met sms'jes gewerkt worden, er zijn vele mogelijkheden (Neeft, 2014).

RGB+ - Notificaties kunnen ook geaggregeerd worden, zodat er minder notificaties weergegeven hoeven worden. Notificaties vinden plaats na overschrijding van restricties op verschillende niveaus, zo moet er op orderregel niveau ook een notificatie weergegeven kunnen worden. (Groot Beumer, 2014)

Het blijkt uit de interviews dat planners momenteel nog wel eens geneigd zijn om notificaties blindelings weg te klikken. Dit willen we oplossen door een vertraging in te bouwen in de 'Bevestigen'-knop en 'Annuleren' -knop in de push-notificaties. Hierdoor gaat de planner vanzelf de notificatie lezen. Mocht dit niet werken, kan er altijd nog een andere configuratie van op basis van de aspecten uit [PARAGRAAF 6.3.1](#). Verdere informatie over de keuze voor de notificaties vinden we in [PARAGRAAF 6.3.7](#).

6.3.6 TECHNISCHE ASPECTEN

Na gesprekken met een IT-specialist van RGB+ zijn er een aantal technische aspecten te benoemen waar rekening mee gehouden dient te worden te aanzien van notificaties binnen *Transplan*. Over het algemeen geldt dat veel mogelijk is, juist ook omdat het hele systeem door RGB+ zelf is ontwikkeld. Zo bestaat er bijvoorbeeld een zelfgebouwd notificatiesysteem binnen *Transplan* waar gebruik gemaakt van kan worden. Er zijn twee aspecten die een belangrijke rol spelen bij de implementatie van notificaties in *Transplan*. Ten eerste kunnen notificaties niet in de statische data menu's weergegeven worden, dit is pas mogelijk in het planbord, ten tijde van het planproces. Dit komt door de duidelijke scheiding van statische en operationele data, welke ook in technisch opzicht echt anders zijn. Weergave tijdens het inplannen wordt ook als een geschikt moment gezien, aangezien de planner verantwoordelijk is voor het planproces zelf. De statische data kan bijvoorbeeld ook goed worden ingevuld door andere gebruikers, terwijl het voor restricties gaat om de planner. Belangrijk is wel dat er vanuit de notificatie meteen naar de locatie van de overschrijding doorgeklikt kan worden. Dus wanneer bijvoorbeeld de capaciteit van een trailer wordt overschreden, moet het voor de planner mogelijk zijn bij de operationele data, het orderdossier, te kunnen om het geleverde aantal pallets te verlagen, of hij moet meteen naar de

statische data van voertuigen kunnen gaan om de maximale capaciteit – om gegronde redenen – te kunnen verhogen. Dit heeft als gevolg dat van de eerder genoemde 7 verschillende locaties alleen locatie 7 overblijft, het planbord.

Een tweede aspect is dat restricties niet *real-time* (dat wil zeggen: tijdens het aanmaken van ritten) bijgehouden kunnen worden, omdat anders het planproces van het koppelen van voertuigen en chauffeurs aan ritten veel te lang zou duren. Immers, dan moet na elke koppeling alle restricties worden gecontroleerd, en dat zou de wachttijd voor de planner per handeling aanzienlijk verhogen. Een oplossing hiervoor is dat de planner zelf met een knop geselecteerde – gekoppelde – ritten kan laten controleren op restrictie-overschrijdingen. Na deze controle dienen dus pas de notificaties weergegeven te worden. Ook is het mogelijk om per tijdsinterval de restricties automatisch te laten controleren op overschrijdingen door het systeem.

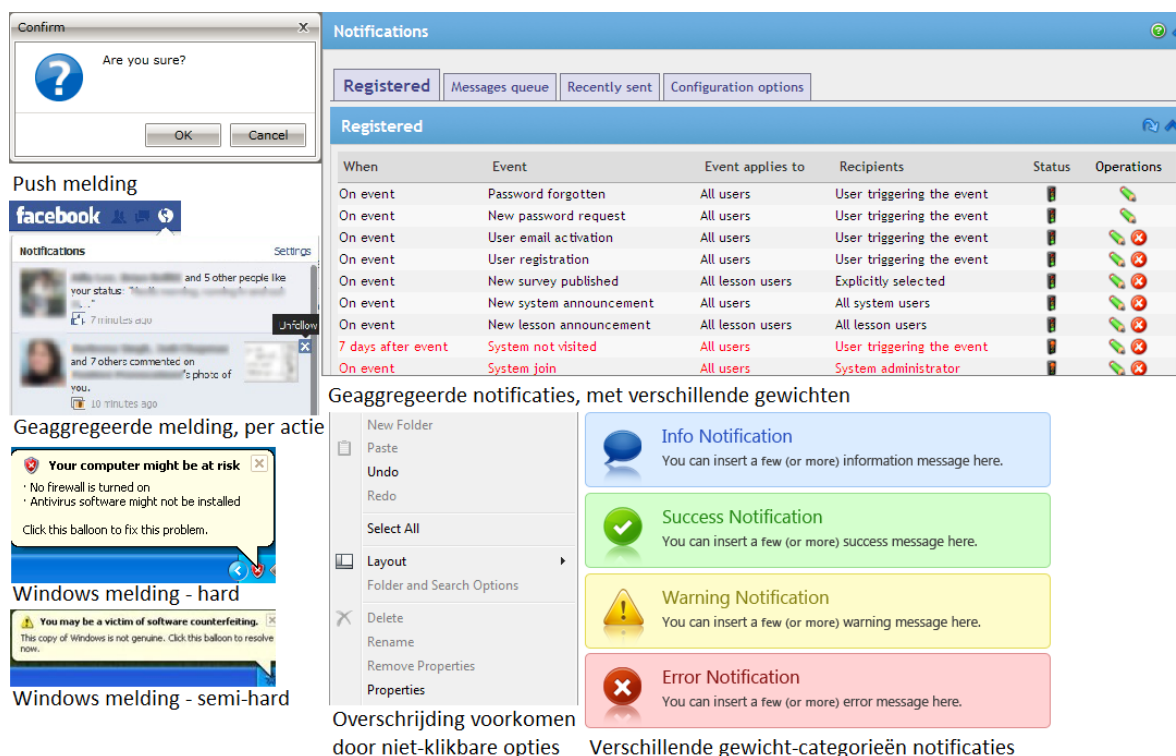
6.3.7 KEUZE VOOR NOTIFICATIES

Voor de definitieve keuze voor notificaties zetten we de verschillende aspecten van notificaties, zie **PARAGRAAF 6.3.1**, uit tegen de drie prioriteit-categorieën, namelijk soft, semi-hard en hard. Voor deze aspecten hebben we een afweging gemaakt, en zodoende de verschillen tussen de prioriteit-categorieën geschetst, zie **TABEL 6.1**. Deze configuratie is één van de vele mogelijkheden, maar deze raden we aan als basisconfiguratie. Met deze basisinstellingen wordt voldaan aan de wensen vanuit de klanten om verschillende types notificaties te hebben voor verschillende gradaties van impact bij overschrijding van een restrictie. In een later stadium moet de gebruiker bij *RGB+* aanpassingen in deze basisconfiguratie kunnen doorgeven, zodat er al dan niet aan de vernieuwde wens kan worden voldaan.

<i>Locatie</i>	<i>Push/ pull</i>	<i>Direct/ ver- traging</i>	<i>Voorkomen/ melden</i>	<i>Losse meldin- gen/ op- gesomd</i>	<i>Custom made / std. Windows formaat</i>	<i>Neutraal/ waarschu- wing/error</i>	<i>Wel/niet opslaan</i>
<i>Prioriteit 0, softe restrictie</i>							
7.	Pull	Direct	Melden	Opgesomd	<i>Custom made</i>	Neutraal	Wel op- slaan
<i>Prioriteit 1 -10, weergeven op volgorde van prioriteit, semi-harde restrictie</i>							
7.	Push	Vertraging	Melden	Opgesomd	<i>Custom made</i>	Waarschuwing	Wel op- slaan
<i>Prioriteit 11, harde restrictie</i>							
7.	N.v.t. + Push	N.v.t. + Ver- traging	Voorkomen + melden	Losse melding	<i>Custom made</i>	N.v.t. + error	N.v.t. + wel opslaan

TABEL 6.1 - BASISCONFIGURATIE NOTIFICATIES

Aan de hand van deze keuzes kunnen een aantal notificaties worden ontworpen. Hierbij moet rekening worden gehouden met de technische aspecten zoals beschreven in **PARAGRAAF 6.3.6**. Ter illustratie zijn enkele notificaties bijgevoegd in de collage van **FIGUUR 6.1**. In **PARAGRAAF 6.4.3** gaan we dieper in op waar en hoe de notificaties precies weergegeven moeten worden, en behandelen we enkele ontwerpen van notificaties.



FIGUUR 6.1 - COLLAGE MOGELIJKE NOTIFICATIES

6.4 IMPLEMENTATIEPLAN

Het laatste onderdeel voor dit onderzoek adviseren we hoe het Restrictiemodel, de *Business Logica* en de bijbehorende notificaties kunnen worden geïmplementeerd in *Transplan*. Hierbij zal gefocust worden op de implementatie van de ideale oplossing, met inachtneming van technische beperkingen.

6.4.1 RESTRICTIES

Voor de restricties moet er een nieuwe module, de Restrictiemodule, ontwikkeld worden, waarin het model van FIGUUR 5.2 als onderliggend datamodel fungeert. Er zijn –ten aanzien van restricties– twee hoofdfunctionaliteiten te onderscheiden die ontwikkeld moeten worden voor *Transplan*, namelijk het aanmaken van nieuwe gegevens invoervelden (attributen) in de bestaande modules voor statische data, orderdossiers en planbord, en een compleet nieuwe module voor het aanmaken en beheren van restricties. We bespreken eerst de eerste functionaliteit, waarbij functionaliteit toegevoegd moet worden aan de huidige modules.

In de huidige menu's van statische data, namelijk die van 'Klanten', 'Adressen', 'Medewerkers' en 'Vloot' kan men momenteel slechts waarden voor attributen selecteren uit een lijst, of nieuwe waarden invullen (bij bedragen etc.). Er zou dus ook een knop moeten komen in de bestaande statische data-module waarmee een nieuw attribuut (met bijbehorende mogelijkheden voor waarden, het waardebereik) aangemaakt kan worden, waarbij de planner bij een nieuw attribuut moet kiezen tussen de datatypes van FIGUUR 5.1 en indien nodig het waardebereik moet aanmaken. Dit geldt voor alle eerder in deze alinea genoemde menu's.

Ter verduidelijking van de vorige alinea behandelen we nu het voorbeeld van het menu 'Statische Data'. Hierin moet het mogelijk worden om nieuwe attributen aan te kunnen maken en te beheren bij bestaande entiteiten. Het aanmaken van entiteiten blijft vanwege stabiliteit van het systeem

voorbehouden aan RGB+. In FIGUUR 6.2 is weergegeven waar de verschillende entiteiten en attributen weergegeven staan. In de lijst van 1. Selecteer item staan de mogelijke entiteiten waarover statische data bekend is, weergegeven, in 2. Selecteer detail/actie staan de verschillende objecten van entiteiten, zoals 'Nederland' een deel van 'Landen' is, en in 3. staan de attributen van de entiteiten van 1. weergegeven. Een knop met 'Attribuut toevoegen' en een knop met 'Attribuut bewerken' moeten dus toegevoegd worden.

The screenshot displays a software interface with three main panels:

- 1. Selecteer item:** A list of entities including Actietypes, Activiteiten, Activiteitmapping, Adrestypes, Bedrijven, Calltype, Creditfacturen, Diensttypes, Dieseltoeslagtypes, Emballagegroepen, Emballagetypes, Factuur afwijkingen, Feestdagen, Functies, Grootboeken, Herkomst, Klantgroepen, Kostencomponenten, Laad/los codes, Laad/los restricties, **Landen** (highlighted), Loonschaal, Medewerker leveranciers, Medewerkertypes, Melding categorieën, Melding subcategorieën, Ordersoort, Planafdelingen, Productgroepen, Regio's, Relatietypes, Resourcetypes, Staffeltypen, Stoptijdklasse, Tariefenheden, Transporttypes, and Vlootopties.
- 2. Selecteer detail / actie:** A list of countries: NEDERLAND, DUITSLAND, BELGIE, ENGELAND, FRANKRIJK, SPANJE, and POLEN.
- 3. Detailinformatie:** A form for the selected country (NEDERLAND) with fields for Land, Afkorting (NL), ISO 2, and ISO 3. At the bottom are buttons for 'Bewerken', 'Opslaan', and 'Verwijderen'.

FIGUUR 6.2 - STATISCHE DATA ENTITEITEN & ATTRIBUTEN

Naast de statische data moeten er ook attributen kunnen worden toegevoegd aan de orderdossiers. Dit moet mogelijk zijn in zowel de orderkop als de orderregels, zie FIGUUR 4.6. Attributen moeten ook bewerkbaar zijn, hiervoor moet ook een knop aanwezig zijn in het menu 'Orderdossiers'.

Ten slotte worden er ten behoeve van de eerste functionaliteit ook data bijgehouden over de chauffeur in de resourceplanning. Hierin staat onder andere informatie over de beschikbaarheid van chauffeurs, en dus is dit ook een bron voor attributen van de entiteit 'Chauffeur'. Ook hier ontbreekt de mogelijkheid om extra attributen aan te maken en te beheren, dit moet ook aangemaakt worden.

De tweede functionaliteit die we adviseren als oplossingen behelst een compleet nieuwe Restrictiemodule, waarin restricties aangemaakt en beheert kunnen worden. Deze module bouwen we op met de eerder opgestelde structuur, zoals weergegeven in TABEL 6.2.

	Enkelvoudige restrictie	Meervoudige restrictie
Entiteit A	Keuze uit Klant, Adres, Chauffeur, Getrokken Vloot, Trekkende vloot	Keuze uit Klant, Adres, Chauffeur, Getrokken Vloot, Trekkende vloot
Attribuut A1	Keuze uit alle attributen behorend bij entiteit A, als zodanig aangemerkt in desbetreffende menu	Keuze uit alle attributen behorend bij entiteit A, als zodanig aangemerkt in desbetreffende menu
Waarde Ax	Keuze uit waarde bereik Ax van datatype behorend bij gekozen Attribuut A1	Keuze uit waarde bereik Ax van datatype behorend bij gekozen Attribuut A1
Aggregatie-niveau	Keuze uit aggregatieniveaus behorend bij entiteit A	Keuze uit aggregatieniveaus behorend bij entiteit A
Operatieteken	"==/'=<=>=</>"	"==/'=<=>=</>"
Entiteit B	Keuze uit Order en Rit	Keuze uit Klant, Adres, Chauffeur, Getrokken Vloot, Trekkende vloot
Attribuut B2	Keuze uit alle attributen behorend bij entiteit B, als zodanig aangemerkt in desbetreffende menu	Keuze uit alle attributen behorend bij entiteit B, als zodanig aangemerkt in desbetreffende menu
Waarde By	Keuze uit waarde bereik By van datatype behorend bij gekozen Attribuut B2	Keuze uit waarde bereik By van datatype behorend bij gekozen Attribuut B2
Aggregatie-niveau	Keuze uit aggregatieniveaus behorend bij entiteit B	Keuze uit aggregatieniveaus behorend bij entiteit B
Prioriteit	Keuze uit 0, 1-10, 11	Keuze uit 0, 1-10, 11

TABEL 6.2 - SCHRIJFWIJZE RESTRICTIES MODEL

Zoals blijkt uit **TABEL 6.2** kan de gebruiker van *Transplan* stapsgewijs een restrictie opbouwen, met bijvoorbeeld de restricties uit **PARAGRAAF 3.3** ter inspiratie, waarin hij steeds data kan selecteren uit bestaande bronnen, dan wel de waarde zelf in kan vullen, bijvoorbeeld in het geval dat er een bepaalde (geheeltallige) waarde ingevuld moet worden, zoals aantal palletplaatsen. Met Microsoft Excel 2013 kan een deel van deze functionaliteit, als voorbeeld, gemodelleerd worden, zie **FIGUUR 6.3**. In **FIGUUR 6.3** zien we de restricties in de schrijfwijze van **TABEL 6.2**, maar dan met conditionele waardes. Dit houdt in dat wanneer men kiest bij Entiteit A voor 'Adres', men voor Attribuut A1 alleen attributen uit 'Adresattribuut 1' t/m 'Adresattribuut n' kan kiezen – de totale set attributen toebehorend aan entiteit 'Adres'. Ook de waarde-mogelijkheden voor Waarde Ax werkt op een soortgelijke wijze, al is dit helaas vanwege de verschillende mogelijke datatypes niet eenvoudig te modelleren in *Excel*, vandaar ook de gele markering (deze wijkt dus af). Verder kan men het operatieteken selecteren en het prioriteit toekennen, en Entiteit B invullen analoog aan Entiteit A.

	Entiteit A	Attribuut A1	Waarde Ax	Operatieteken	Entiteit B	Attribuut B2	Waarde By	Gewicht
Enkelvoudig	Order	Orderattribuut2	Orderattribuut2_waarde1	==	Klant	Klantattribuut 6	Waarde6	11
Meervoudig	Adres	Adresattribuut 4	Waarde6	<	Chauffeur	Chauffeurattribuut 7	Waarde1	5

Adres

Order
 Rit
 Klant
 Adres
 Chauffeur
 Getrokken_vl
 Trekkende_vl

FIGUUR 6.3 - RESTRICTIEMODULE EXCEL

In **FIGUUR 6.3** wordt gewerkt met zogenaamde *placeholders*, bijvoorbeeld 'Orderattribuut 1' en 'Waarde7'. In het uiteindelijke model met restricties moeten dit echte data zijn, afkomstig uit een ander scherm binnen de restrictiemodule, waarin deze attributen aangemaakt kunnen worden. Deze dient niet verward te worden met de eerder behandelde functionaliteit over het aanmaken van attributen, aangezien het in voorgaande zin gaat om het aanmaken van attributen die rechtstreeks worden ingeladen bij het opstellen van restricties. In dit nieuwe attributenscherm moet de gebruiker een attribuut kunnen aanmaken door de volgende gegevens aan te maken:

- Naam attribuut – vrij aan te maken, deze wordt gebruikt op de plek van de placeholders in **FIGUUR 6.3**.
- Locatie van data – selectie van attribuut binnen één van de menu's van Statische Data zijn, maar ook orderdossiers of Planbord, hierin staat de locatie waar de waarden voor het attribuut vandaan komen.
- Mogelijke aggregatieniveau – hierin worden de verschillende mogelijke aggregatieniveaus aangemaakt.
- Datatype – selectie van datatype uit **FIGUUR 5.1**.

Zodoende kan men in dit scherm aangeven welke attributen uit de Statische Data, Orderdossier en Planbord gebruikt moeten worden in restricties, aangezien men over lang niet alle attributen uit eerder genoemde databases als attribuut voor een restrictie wil gebruiken. In dit 'Attributen-scherm' binnen de Restrictiemodule moeten de attributen dus aangemaakt en beheert worden, zodat deze gebruikt kunnen worden bij het aanmaken van restricties.

6.4.2 BUSINESS LOGICA

De *Business Logica*-regels worden per stuk door RGB+ al in *Transplan* geprogrammeerd, de gebruiker moet echter nog verschillende prioriteiten kunnen toekennen aan verschillende regels. Daarvoor volstaat een kleine sectie binnen de module die beschreven is in **PARAGRAAF 6.4.1**, waarbij de *Business Logica*-regels zijn opgenomen in het restrictieoverzicht, zij het met een andere structuur dan de restricties, en alleen de prioriteit is aanpasbaar. Verdere consequenties aan deze prioriteiten voor BL-regels zijn gelijk aan die van restricties met gelijke prioriteit.

6.4.3 NOTIFICATIES

De andere grootschalige functionaliteit die aan *Transplan* toegevoegd moet worden is die van het weergeven van notificaties. Deze notificaties moeten kunnen verschillen per restrictie. Hiervoor is een aparte module nodig, de Notificatiemodule, welke technisch gezien los staat van de module van restricties. Hiervoor hebben we gekozen omdat zodoende de notificaties los van de restricties aangepast en beheert kunnen worden, en omdat het technisch gezien ook echt andere aspecten van *Transplan* zijn. Deze Notificatiemodule bestaat grotendeels uit een tabel zoals **TABEL 6.1**, met de basisconfiguratie uit **TABEL 6.1** standaard ingevuld. Deze waarden zijn allen aanpasbaar, op de keuze voor 'Voorkomen/melden' na, aangezien deze keuzemogelijkheden teveel van elkaar verschillen om door de gebruiker aangepast te kunnen worden.

Aangezien de notificaties worden opgedeeld in drie categorieën, namelijk voor softe restricties (prioriteit 0), semi-harde restricties (prioriteit 1-10) en harde restricties (11), is iedere restrictie, die ook allen een prioriteit van 0, 1-10, of 11 hebben, is iedere restrictie direct te koppelen met een bijbehorende notificatie.

We hebben enkele voorbeeldontwerpen gemaakt voor de drie types notificaties, zie **FIGUUR 6.4**. Bij het maken van deze ontwerpen hebben we bewust de configuratie uit **TABEL 6.1** gebruikt. De notificatieballon, zoals die ook in Windows wordt gebruikt, geldt als melding dat de 'Pull opgesomd'-notificatie opgehaald kan worden. Verder is er de 'Push opgesomd'-notificatie, welke pas bevestigd kan worden na drie seconden. Tenslotte is er de 'Push enkele melding'-notificatie, hierbij is het 'Voorkomen' bij het overschrijden van een harde restrictie niet meegenomen. Dit wordt in planbord weergegeven door een bepaalde combinatie grijs te maken en in eerste instantie niet-klikbaar. Mocht een planner deze combinatie toch aanklikken dan verschijnt de notificatie 'Push enkele melding'.

Omdat we in de basisconfiguratie in **TABEL 6.1** hebben gekozen om overschrijdingen op te slaan, ter reflectie op de planner zelf en ter monitoring op de kwaliteit van de planning, geven we dit weer in het systeem als volgt. Als een notificatie onverrichter zaken (dus zonder de restrictieoverschrijding te verhelpen) wordt weg geklikt, wordt dit bijgehouden met een tellertje linksboven in *Planbord*. Hiervoor raden we drie tellers aan, één voor elke prioriteitscategorie.

Pull opgesomd

Weet u het zeker dat u de volgende restricties wilt overschrijden?

Gewicht 0 - Restrictieoverschrijding 1	☒	Naar attribuut A1	Naar attribuut B1
Gewicht 0 - Restrictieoverschrijding 2	☒	Naar attribuut A2	Naar attribuut B2
Gewicht 0 - Restrictieoverschrijding 3	☒	Naar attribuut A3	Naar attribuut B3

Bevestigen Annuleren

Pull aankondiging

U hebt één of meerdere restricties overschrijden tijdens het inplannen. Klik hier voor meer informatie en eventueel bevestigen

Push opgesomd

Weet u het zeker dat u de volgende restricties wilt overschrijden?

Gewicht 10 - Restrictieoverschrijding 1	☒	Naar attribuut A1	Naar attribuut B1
Gewicht 6 - Restrictieoverschrijding 2	☒	Naar attribuut A2	Naar attribuut B2
Gewicht 1 - Restrictieoverschrijding 3	☒	Naar attribuut A3	Naar attribuut B3

Bevestigen Annuleren

Push enkele melding

Weet u het zeker dat u de volgende restricties wilt overschrijden?

Gewicht 11 - Restrictieoverschrijding 1	Naar attribuut A1	Naar attribuut B1
---	-------------------	-------------------

Bevestigen Annuleren

FIGUUR 6.4 - NOTIFICATIES

6.5 CONCLUSIE

In dit hoofdstuk hebben we het systeem van notificaties uitgelegd en het implementatieplan beschreven. Dit hebben we gedaan door eerst de concepten van het model van restricties en de *Business Logica*-regels te herhalen, waarna we uitvoerig de notificaties hebben besproken. Hierin zijn we veelvuldig ingegaan op de voorkeuren vanuit de klant, welke centraal staan in dit onderzoek. Verder hebben we het implementatieplan opgesteld, waarin we behandelden hoe deze restricties, *Business Logica*-regels en notificaties geïmplementeerd kunnen worden, en hoe de modules met elkaar samenhangen.

7. CONCLUSIES & AANBEVELINGEN

Nu we bij het eind van dit verslag zijn gekomen, is het tijd om conclusies te gaan trekken. Hierbij zetten we eerst de conclusies van de antwoorden op deelvragen uiteen, waarna we antwoord zullen geven op de hoofdvraag. In het tweede deel van dit hoofdstuk zullen we enkele aanbevelingen doen.

7.1 CONCLUSIES VAN DE DEELVRAGEN

1. Welke restricties afkomstig vanuit de wetenschappelijke literatuur kunnen een rol spelen in het plannen van ritten? Zie **PARAGRAAF 3.3**.

De volgende restricties zijn afkomstig uit verschillende wetenschappelijke artikelen, en kunnen van belang zijn in het planproces:

- Volgorde van beleving van klanten;
- Bloktijden;
- Ritduur.

(Pisinger & Ropke, 2007)

- Capaciteit van voertuigen;
- Brandstofcapaciteit;
- Minimale en maximale werkuren van chauffeur;
- Grootte van vloot.

(Bodin, Golden, Assad, & Ball, 1983)

- Actie bij klanten: laden, lossen, laden & lossen.

(Desrochers, Lenstra, Savelsbergh, & Soumis, 1988)

- Aantal voertuigen (per type);
- Verhouding in aantal tussen verschillende voertuigen.

(Golden, Assad, Levy, & Gheysens, 1984)

- Voertuigssynchronisatie;
- Verschillende klanten moeten samen binnen één periode / één rit.

(van der Heijden & van der Wegen, 2011)

- Niet ieder voertuig kan bij iedere klant/depot.

(Huber & Geiger, 2014)

Dit is echter een selectie van vele restricties die beschreven zijn in allerlei wetenschappelijke artikelen. Ook zit er overlap tussen deze restricties, en verschilt de relevantie per situatie.

2. Wat zeggen wetenschappelijke artikelen over verschillen in prioriteiten tussen restricties in de transport? Zie **PARAGRAAF 3.4**.

Bij de keuze van prioriteiten voor restricties zou er rekening gehouden moeten worden met aspecten als werkdruk, klanttevredenheid en de mate van commercieel zijn bij het planproces. Uiteindelijk is een belangrijke conclusie die we uit de literatuur kunnen trekken dat restricties vooral afhangen van de variant van het *Vehicle Routing Problem* die wordt gehanteerd.

3. Welke restricties worden momenteel weergegeven in *Transplan*? Zie PARAGRAAF 4.3.

Dit zijn de leveringstijdsvakken van klanten en de beschikbaarheidstijdvakken van chauffeurs. Deze restricties kunnen overschreden worden door de planner. Voor de beschikbaarheid van chauffeurs zijn er vele statussen aan te maken, zoals verlof, cursus of beschikbaar.

4. Welke restricties worden impliciet meegenomen? Zie PARAGRAAF 4.3.

Dit is de restrictie dat een combinatie van voertuig & chauffeur niet twee keer op hetzelfde moment mag worden ingepland. Deze restrictie kan worden overschreden door de planner.

5. Bij welke van de restricties die vaak overschreden worden is de impact van overschrijding het hoogst, en bij welke restricties is de overschrijdingsfrequentie het hoogst? Zie PARAGRAAF 4.3 en PARAGRAAF 5.1.3.

De volgende restricties worden momenteel overschreden, met de bijbehorende impact:

- Bloktijd van klant wordt overschreden: Chauffeur staat voor dichte deur en moet onverrichte zaken weer gaan.
- Beschikbaarheid van chauffeur wordt overschreden: Chauffeur gaat toch rijden (overuren) of de rit gaat niet door.
- Chauffeur en voertuig worden dubbel ingepland op eenzelfde tijdstip: één van de ritten kan niet doorgaan, of moet ad hoc gewijzigd worden. Gebeurt bij meerdere ritten per dag, impact is dus vrij groot.
- Maximum aantal laadmeters/gewicht: als de restrictie dan niet overschreden wordt, wordt er onnodig gereden, omdat meestal de extra laadmeter er nog wel bij past. Als deze er toch niet bijpast moet er een nieuwe vrachtwagen komen, maar dat komt amper voor. De restrictie wordt bij 1% van de ritten overschreden. De impact is dus vrij laag.
- Tijdsvakken worden wel eens overschreden: meestal gaat dit gewoon goed. Wat een probleem kan zijn is dat het maximum aantal rij-uren van de chauffeur erdoor overschreden worden. Dit is strafbaar en dus is de impact erg groot.

6. Hoe worden overschrijdingen momenteel weergegeven in *Transplan*? Zie PARAGRAAF 4.3.

Op dit moment zijn er twee systemen in gebruik om notificaties weer te geven. De eerste laat meldingen zien in planbord op het moment dat een resource (een voertuig en/of een chauffeur) wordt gekoppeld aan een rit en of de beschikbaarheid van de chauffeur, of de beschikbaarheid van het voertuig, wordt overschreden. Het andere systeem maakt de orderregel van een gekoppelde rit rood, wanneer de bloktijden van de klant worden overschreden door de huidige planning.

7. Hoe zijn de in het planproces gemaakte fouten onder te verdelen? Zie PARAGRAAF 4.3.

In twee categorieën, namelijk fouten die gemaakt worden door het onterecht wegstippen van een notificatie ten gevolge van een restrictie-overschrijding, en fouten die gemaakt worden door gebrek aan kennis in het systeem, waardoor de planner zelf teveel kennis moet bijhouden.

8. Waardoor worden er momenteel fouten gemaakt in het planproces? Zie PARAGRAAF 4.3 en PARAGRAAF 5.1.3.

Door een *overload* aan notificaties in het planproces worden notificaties te makkelijk weg geklikt. Ook is er momenteel nog geen monitoringsysteem, waardoor een planner niet aangesproken kan worden op zijn eventuele hoge aantal restrictie-overschrijdingen. Ook ontstaan fouten met name

doordat de kwaliteit van de planning afhangt van de kennis en ervaring van de planner. Omdat iedereen fouten maakt, is het goed om de kwaliteit van de planning zo min mogelijk af te laten hangen van de individuele planner. Ten slotte kan de kennis van een planner over de betreffende chauffeur onjuist zijn, wat ook leidt tot ‘fouten’ in de planning, wat vaak betekent dat de planning beter had gekund.

Gebruikersanalyse

9. Welke restricties ontbreken er in *Transplan*? Zie PARAGRAAF 5.1.3.

Het verkiezen van bepaalde chauffeurs boven andere voor bepaalde ritten (met bijvoorbeeld veel adressen) ontbreekt en wordt gemist. Dit wordt bepaald door zowel de voorkeuren van de chauffeur zelf als door beoordeling van de planner, alleen dit gebeurt nu allemaal nog mondeling en handmatig door de planner. Zo zijn er allerlei restricties te maken, bijvoorbeeld over wel/niet 's nachts willen rijden, wel/niet in het weekend rijden, wel/niet in het buitenland rijden, 1 of meer adressen per rit en een voorkeur voor voertuigtype.

Verder moet in het systeem een restrictie voor *ADR* kunnen worden opgenomen, dit gebeurt nu ook nog handmatig. Restricties met betrekking tot de Rijtijdenwet (Transport Online, 2014) worden ook gemist.

Conclusie is wel dat de gebruiker de mogelijkheid moet hebben om zelf restricties aan te kunnen maken en te beheren. Zodoende is hij er zelf verantwoordelijk voor, en kan hij de software personaliseren voor zijn bedrijf.

10. In welke segmenten is de transportsector op te delen, gelet op verschillen in prioriteit van restricties? Zie PARAGRAAF 5.1.3.

Na gesprekken met Remco Groot Beumer en de interviews met klanten is besloten om de restricties onder te brengen in een model van restricties, waardoor het niet meer relevant is om te weten hoe de transportsector op te delen is. Immers, de gebruiker van *Transplan* kan nu zelf, met behulp van de Restrictiemodule van *RGB+*, restricties aanmaken die voor zijn/haar bedrijf relevant zijn, in plaats van dat *RGB+* die restricties moet inventariseren en in *Transplan* moet programmeren.

Implementatie

11. Hoe kan de restrictiemodule het beste worden weergegeven om fouten door overschrijdingen van restricties te minimaliseren? Zie PARAGRAAF 6.2.

Door restricties en notificaties in *Transplan* in twee aparte modules onder te brengen blijft het overzichtelijk. Hierdoor ontstaat een aparte module voor restricties, waarin verantwoordelijken kunnen worden aangesteld om de data (ook de data die de klant aanlevert) actueel te houden. Dit is namelijk essentieel voor het succesvol hanteren van restricties in het planproces. In deze module kunnen de restricties worden opgesteld door de gebruiker, hierdoor kan een bedrijfsspecifieke oplossing geleverd worden. In de andere module, de Notificatiemodule, kunnen de notificaties beheerd worden.

12. Op welke manier zouden restricties, en het overschrijden ervan, moeten worden weergegeven op een planbord om zodoende fouten te minimaliseren? Zie PARAGRAAF 6.3.5.

Door onderscheid te maken tussen de softe, semi-harde en harde restricties, kunnen ook notificaties op die wijze worden ingedeeld. Hierin zijn de notificaties te configureren op acht verschillende onderdelen, namelijk *push/pull*, direct wegglikken/vertraging, voorkomen van

overschrijding/melden van overschrijden, losse meldingen/opsommen, *custom made* meldingen/standaard Windows formaat, neutraal/waarschuwing/error gradaties en het wel/niet opslaan van de overschrijding. De klant kan zelf de notificaties nog aanpassen in de Notificatiemodule, op alle acht onderdelen.

7.2 CONCLUSIE VAN DE HOOFDVRAAG

Hoe kunnen relevante restricties worden opgenomen in een klant-specifiek model, met inachtneming van de noodzaak tot een naadloze implementatie van dit model in het TMS van RGB+?

Door een tweetal modules, de Restrictiemodule en de Notificatiemodule, te ontwikkelen voor *Transplan* kunnen restricties en de bijbehorende notificaties aangemaakt en beheert worden door de gebruiker van *Transplan*. Zo heeft de planner zelf de kwaliteit van de planning in de hand, omdat hij restricties heel makkelijk kan aanmaken in de module, en daar vervolgens automatisch op wordt gewezen in het geval dat één of meerdere restricties worden overschreden. Omdat de gebruiker zelf de restricties opstelt – *RGB+* geeft een voorzet door een set met *Business Logica*-regels, zoals het niet dubbel mogen inplannen van een vrachtwagen, in *Transplan* te programmeren – zijn alle restricties per definitie relevant voor het bedrijf. Met een gestructureerd implementatieplan is de mogelijkheid geboden om dit model en de bijbehorende notificaties naadloos te implementeren in *Transplan*.

7.4 AANBEVELINGEN

Na de conclusies zijn er nog enkele aanbevelingen ten aanzien van de implementatie van de in **PARAGRAAF 7.2** aangedragen oplossing. Deze zijn als volgt:

- Ontwikkel een pilot voor *Netko*, *Claassen* en *Peter Appel Transport*, waarin de implementatie wordt getest, en bijgestuurd kan worden waar mogelijk;
- Onderzoek de mogelijkheden van het weergeven van mogelijke resources in het planbord op volgorde van een gewogen score. Deze score kan het product zijn van het aantal restricties wat is overschreden, verrekend met het bijbehorende prioriteit;
- Schrijf beknopte handleidingen voor de nieuwe modules, zodat de planner optimaal gebruik kan maken van de nieuwe functionaliteit;
- Onderzoek welke Key Performance Indicators het beste de prestaties van planners kan meten, met bijbehorende ontwikkeling van een dashboard, waarmee de planner van zijn prestaties kan leren.

Referenties

- Baker, B. M., & Ayechev, M. (2003). A genetic algorithm for the vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, 30(5), 787-800.
- Bodin, L., Golden, B., Assad, A., & Ball, M. (1983). Routing and Scheduling of Vehicles and Crews: the State of the Art. *Computers & Operations Research*, 10(2), 63-211.
- Claassen. (2014, Oktober 27). *Over ons \ Het bedrijf*. Retrieved from Website van Claassen B.V.: <http://claassen.nu/over-ons/het-bedrijf/>
- Dantzig, G. B., Fulkerson, D. R., & Johnson, S. M. (1954). Solution of a large-scale traveling-salesman problem. *Operations Research*, 2(4), 393-410.
- Desrochers, M., Lenstra, J., Savelsbergh, M., & Soumis, F. (1988). Vehicle Routing with Time Windows: Optimization and Approximation. In B. Golden, & A. Assad, *Vehicle Routing: Methods and Studies* (pp. 65-84). Amsterdam: Elsevier Science.
- Golden, B., Assad, A., Levy, L., & Gheysens, F. (1984). The Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem. *Computers & Operations Research*, 11(1), 49-66.
- Groot Beumer. (2014, September - November). Algemeen, alle interviews. (T. Veldhuizen, Interviewer)
- Groot Beumer. (2014, Oktober 3). *Info over TMS*. Retrieved from Website van RGB+: <http://rgbplus.nl/tms.html>
- Heerkens, H., & van Winden, A. (2012). *Geen Probleem*. Nieuwegein: Van Winden Communicatie.
- Huber, S., & Geiger, M. (2014). Swap Body Vehicle Routing Problem: A Heuristic Solution Approach. *Lecture Notes in Computer Science*(8760), 16-30.
- Informatie over deemarkten*. (2014, Oktober 3). Retrieved from Website van TLN: <http://www.tln.nl/Doelgroepen/Deemarkten.aspx#.VC5udhZ8DhR>
- Jozefowicz, N., Semet, F., & Talbi, E.-G. (2008). Multi-objective vehicle routing problems. *European Journal of Operational Research*(189), 293-309.
- Kroeze, E. (2014, September 24). Interview Netko. (T. Veldhuizen, Interviewer) Raalte (Netko).
- Kulkarni, R., & Bhave, P. (1985). Integer programming formulations of vehicle routing problems. *European Journal of Operations Research*, 20(1), 58-67.
- Laporte. (1992). The Traveling Salesman Problem: An overview of exact and approximate algorithms. *European Journal of Operational Research*(59), 231-247.
- Laporte, G., Gendreau, M., Potvin, J.-Y., & Semet, F. (2000). Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem. *International Transactions in Operational Research*(7), 285-300.
- Neeft, G.-J. (2014, September 29). Interview Peter Appel Transport. (T. Veldhuizen, Interviewer) Raalte (RGB+).
- Netko. (2014, Oktober 27). *Wat doet Netko*. Retrieved from Website van Netko: <http://www.netko.nl/wat-doet-netko/>

- Peter Appel Transport. (2014, Oktober 27). *Homepage*. Retrieved from Website van Peter Appel Transport B.V.: <http://www.peterappeltransport.nl/index.php>
- Pisinger, D., & Ropke, S. (2007). A general heuristic for vehicle routing problems. *Computers & Operations Research*, 34(8), 2403-2435.
- PTV Group. (2014, November 11). *Trip Optimisation*. Retrieved from Website van PTV Group: <http://xserver.ptvgroup.com/en-uk/use-cases/trip-optimisation/>
- Transport Online. (2014, November 21). *Info over Rijtijdenwet*. Retrieved from Website van Transport Online: <http://www.transport-online.nl/site/rijtijdenwet.php>
- van de Wiel, R. (2014, September 29). Interview Claassen. (T. Veldhuizen, Interviewer) Tilburg (Claassen).
- van der Heijden, M., & van der Wegen, L. (2011). *Collegedictaat Logistiek Management*. Universiteit Twente, Faculteit Management en Bestuur. Enschede: Universiteit Twente.
- Visser, H., & Van Goor, A. (2004). *Werken met logistiek*. Houten: Wolters-Noordhoff.

APPENDICES

APPENDIX I – PLAN VAN AANPAK

Bacheloropdracht Thijs Veldhuizen, 10 september 2014, Enschede

- Versie 3

Samenvatting

Onderzoek doen naar de prestaties van de transportsystemen die RGB+ levert, met een focus op de restricties. Hierin wordt gekeken naar welke restricties echt hard zijn, en welke restricties overschreden mogen worden. Ook wordt onderzocht wat de rangschikking is binnen de restricties, hierbij verschil makend tussen de verschillende types transport.

Doelstellingen

Het hebben van efficiënte routeringsalgoritmen geeft een transporteur de sleutel tot succes, en daarmee het bestaansrecht aan de leverancier van transportsystemen en –oplossingen. Hierin kunnen we het verschil maken door goed na te denken over welke restricties echt hard zijn, en welke met een fractie overschreden mogen worden. Daarnaast kunnen we verschillende gewichten toekennen aan verschillende restricties, deze selectie parametriseren en verwerken tot een gebruikersvriendelijke planningsinterface.

Probleemstelling

Het efficiënt indelen van routes, met inachtneming van verschillende categorieën restricties is het hoofddoel van de planningsoftware waarin verbeteringen aangebracht moeten worden. Zo worden restricties gerangschikt op volgorde van hardheid. Hoofddoel is het maken van een implementatieplan voor software die universeel voor transporteurs toepasbaar is met verschillende waarden voor parameters als ‘aantal vrachtwagens’, ‘laadcapaciteit vrachtwagen’, ‘aantal chauffeurs’, ‘maximaal uren chauffeur’. Ook kunnen omwille van ‘groenheid’ de gereden kilometers geminimaliseerd worden, wat ook een maatschappelijk doel dient. Een belangrijk aspect is dat het systeem een mate van zelfleerzaamheid heeft en fouten reduceert.

Hoofdvraag: Hoe kunnen de restricties vanuit de Nederlandse transportsector worden omgezet in een universeel toepasbaar, gerangschikt systeem, met naadloze implementatie binnen de planningsoftware van RGB+?

Deelvragen:

- Welke vlootkarakteristieken hebben klanten van RGB+?
- Welke eisen stellen klanten aan RGB+?
- Welke omgevingskarakteristieken zijn relevant?
- Welke andere karakteristieken en restricties zijn van belang?
- Welke fouten zijn er te identificeren?
- Hoe ontstaan fouten?
- Waarom moeten restricties up-to-date worden gehouden?
- Hoe beheert met restricties?
- Hoe verhouden de restricties zich tot elkaar?
- Waardoor wordt de plantijd bepaald?
- Hoe wordt de operationele data up-to-date gehouden?

Theoretisch kader

Theorieën over *Vehicle Routing Problem*, *Traveling Salesman Problem*, aangevuld met de kennis binnen RGB+ en haar klantenkring (transportbedrijven).

Benodigde gegevens

Gegevens die beschikbaar zijn bij RGB+, gegevens uit interviews bij klanten en mogelijk zelf nog metingen verrichten. Ook mogelijk gebruik maken van de kaarttechnologieën van zusteronderneming Simacan.

Onderzoeksmethode

Als onderzoeksmethode zal ik Lean Six Sigma gebruiken, omdat ik de meerwaarde inzie van het stappenplan Define-Measure-Analyze-Improve-Control en ik graag vernieuwend wil zijn ten opzichte van medestudenten. Tevens heb ik het mastervak Lean Six Sigma succesvol afgerond in juni jl. en wil ik dit graag in de praktijk brengen. Mocht de onderzoeksmethodiek van LSS niet voldoende toereikend zijn stap ik over op de Algemene Bedrijfskunde Probleemaanpak (ABP) (Heerkens & van Winden, 2012).

Deliverables

Het te verwachten eindresultaat zal de vorm hebben van een rapportage met onder andere de gerangschikte restricties. Ook zal er een implementatieplan gepresenteerd worden, waarin duidelijk omschreven wordt hoe RGB+ deze restricties kan verwerken in haar software, en hoe het systeem zelf-lerend gemaakt kan worden, en fouten gereduceerd worden.

Literatuur

Boeken bijbehorend bij de bachelor vakken: Productiemanagement (Operations Management, Slack), Deterministische Modellen in de OR (Operations Research, Winston), Logistiek Management (Dictaat en Designing and Managing the Supply Chain, Simchi-Levi), Methoden en Technieken voor Ontwerpen en Beslissen (Geen Probleem, Heerkens & Van Winden), Productieplanning en Scheduling (Factory Physics, Hopp & Spearman en Planning and Scheduling in Manufacturing and Services, Pinedo), Lean Six Sigma (readers) en mijn groepsverslagen van Project 2 & 4.

Naast de boeken en literatuur uit mijn bachelor Technische Bedrijfskunde heb ik via Google Scholar middels de key words '*Vehicle Routing Problem*' een aantal wetenschappelijke artikelen weten te vinden. Ten slotte zullen overzichtsartikelen nog een belangrijke bron van informatie vinden, zeker als aanvulling op de lijst van restricties vanuit de klanten van RGB+.

Opdrachtschrijving SMS-formulieren:

Onderzoek doen naar het optimaal presteren van de transportsystemen die RGB+ levert, met een focus op de restricties. Hierin wordt gekeken naar welke restricties echt hard zijn, en welke restricties overschreden mogen worden. Ook wordt onderzocht wat de rangschikking is binnen de restricties, hierbij verschil makend tussen de verschillende types transport.

Persoonlijke doelen:

- Theorie toe kunnen passen op een praktijk casus
- Academisch verantwoord tot een praktische oplossing komen
- Academische scriptie van degelijk niveau schrijven
- Planning opstellen, handhaven en op tijd bijschakelen
- Wetenschappelijk onderzoek binnen een commerciële omgeving doen
- Effectief interviews voorbereiden, afnemen en verwerken

Onderstaand zijn de uitwerkingen van de interviews met *Netko*, *Claassen* en *Peter Appel Transport* ingevoegd.

INTERVIEW NETKO

1. Eisen, restricties
 - a. Welke eisen stellen jullie aan een *TMS*?

Mede door grote aan datastroom vanuit klanten en vanuit de voertuigen is **overzichtelijkheid** erg belangrijk. Data moeten verwerkt worden, en informatie moet helder op de juiste plekken weergegeven worden. Er moeten ook rapporten mee gemaakt kunnen worden, om zo sturing te geven. Het planbord moet goed overzichtelijk zijn en de orderinvoer moet foutloos en snel verlopen. Planbord is bij voorkeur zo leeg mogelijk, slechts functionele zaken erop. Zoek een middenweg in wat gebruikers willen en wat echt nodig is.

Snelheid van de software blijft ook belangrijk, zeker voor fulltime gebruikers.

Ten slotte moet een *TMS* **flexibel** zijn, want transport is erg veranderlijk. Door veranderingen die voortkomen uit de vraag van klanten of vanuit *Netko* zelf (bijvoorbeeld door overnames, zoals bij Haarsma), moeten veranderingen op korte termijn doorgevoerd kunnen worden, dit speelt ook bij andere bedrijven.

- b. Welke restricties gebruiken jullie momenteel in *Transplan*?

We gebruiken verschillende restricties. Ten eerste zijn er restricties aan **adressen**, **bloktijden** (tijdvakken van belevering), **maximale grootte van voertuigcombinatie(type)** en **beschikbaarheid chauffeur**. Daarnaast is er een restrictie dat combinaties van chauffeurs + trekker niet **dubbel ingepland** kunnen worden binnen 1 tijdvak.

- c. Welke restricties hanteren jullie intern bij het inplannen, maar zijn nog niet aanwezig in *Transplan*?

Onze planners hebben ook restricties in **hun hoofd**, gebaseerd op **ervaring en kennis**. Zo weten ze welke chauffeur het best op welke route ingepland kan worden, omdat sommige chauffeurs beter zijn in bijvoorbeeld **kleine straatjes** of in ritten met **veel adressen**, omdat ze over het algemeen **snel werken**. Chauffeurs geven meestal hun voorkeuren door aan planners, bijvoorbeeld rijden in de nacht. Dit wordt alleen nergens goed genoteerd.

- d. Zouden jullie deze restricties graag in *Transplan* terug zien komen?

Deze restrictie(karakteristieken over chauffeurs, red.) lijkt me te lastig te implementeren als restrictie, voeg dit toe als **opmerking**. Momenteel kunnen er 40 à 50 chauffeurs vrij ingedeeld worden, dit gebeurt op basis van historie, met de kennis van de planners.

Er kan met **categorieën** worden gewerkt waarbinnen chauffeurs kunnen vallen. Enkele dimensies, als voorbeeld, hiervoor zijn: wel/niet 's **nachts** rijden, wel/niet in het **weekend** rijden, **trekker + oplegger / bakwagen**, **1/meer adressen** per rit, **binnenland/buitenland**. Er moet vooral mogelijkheid zijn om zelf meer van dit soort restricties/categorieën aan te maken, aan te passen en te verwijderen, dit beheer ligt idealiter bij klant. Deze laat je dan als **filter** werken in het planproces. Maak een soort gefilterd aanbod en vraag systeem.

- e. Welke restricties missen jullie nog meer in *Transplan*?

Verder nog een overzicht maken waarin de **verschillen** tussen **verwachte en werkelijke start-tijd** en **eindtijd** berekend worden. Hiermee kan data over bepaalde ritten verbeterd worden, automatisering van de controle die momenteel handmatig plaats vindt dus. Uiteindelijk kan hierin een **trend** worden onderzocht, per chauffeur en/of per rit. Eindcontrole moet blijven, deze laatste restrictie is dan ook een extra toevoeging.

2. Overschrijden

- a. Welke restricties worden momenteel wel eens overschreden tijdens het inplannen van een rit?

1. Indelen van een chauffeur die al ingedeeld staat (**dubbel inplannen**), wordt altijd direct doorgeslagen.
2. Wanneer de chauffeur in zijn/haar boordcomputer de volledige rit heeft afgehandeld (**eindrit afgerond**), dan wordt de rit in *Transplan* afgesloten. Hierdoor is er in het systeem geen aanpassing van de rit meer mogelijk voor de chauffeur terugkomt op de standplaats. In de praktijk wordt de chauffeur af en toe handmatig op een bepaalde rit gezet dan nog.
3. **Charterritten** worden niet goed ingevoerd. Ritten die per charter uitgevoerd worden, worden meegegeven als ritten van 1 minuut en 1 km, omdat dit er voor de facturatie niet toe doet. Door bovenstaande beperking is het niet mogelijk om achteraf te schuiven in verschillende ritten op verschillende chauffeurs.
4. Klanten geven soms orders om **2x een pallet** leveren op hetzelfde adres. Dan moeten in het systeem na de afhandeling van de rit door de boordcomputer de 2 ritten nog kunnen worden samengevoegd, dit is boekhoudkundig namelijk voordeliger.

- b. Hoe vaak komt dit, per restrictie, voor?

Meerdere routes per dag worden overschreden. Sommige planners hebben niet eens meer door dat er een melding op het scherm staat, omdat er soms zoveel meldingen staan.

- c. Wat is de impact van zo'n overschrijding, per restrictie?

Indien een restrictie niet wordt overschreden, levert het onnodig **extra werk** door chauffeurs op. Dan klopt het praktisch namelijk niet meer, het systeem strookt dan niet de werkelijkheid.

- d. Levert de overschrijding wel eens problemen op, per restrictie?

Nee

- e. Welke restricties zijn echt hard, en welke restricties zijn meer soft?

Alle restricties moeten in het systeem **overschrijdbaar** kunnen zijn. De impact van een overschrijding moet afhangen van hoe erg het is als de restrictie overschreden wordt. **Databeheersing** is bron van reductie van overschrijdingen en dus ook vele maler belangrijker dan restricties. Middels restricties kunnen we data gaan beheersen, restrictie is een middel om data te beheersen.

Nog een restrictie: bij verschillende bestaande **zones** moet een restrictie worden weggelaten, namelijk die van dat orders de dag na laden al geleverd moeten worden.

- f. Welke uitdagingen lopen jullie tegenaan binnen *Transplan*?

-

3. Invoer

- a. Op welke wijze zouden restricties, en het overschrijden ervan, moeten worden weergegeven binnen de planning software?

Door betere databeheersing wordt aantal meldingen beperkt. Houdt meldingen echter goed zichtbaar, en wissel deze regelmatig af, zodat men niet blind gaat klikken. Maakt onderscheid tussen **push (hard)** en **pull(soft) meldingen**.

- b. Welke vormen van feedback zijn gewenst indien restricties worden overschreden?

Visueel maakt niet veel uit, zolang het maar **opvalt**. Kruis door ritplanning heen, of iets anders opvallends, ook kan het in een apart scherm worden weergegeven. Ook is het mogelijk om een soort **vertraging** of een **dubbele bevestiging** in te bouwen in de melding, zodat men deze eerst moet lezen voor deze bevestigd kan worden.

- c. Hoe houden jullie momenteel de restricties actueel?

Regelmatig controleren

- d. Hou zou het up-to-date houden van restricties binnen *Transplan* verbeterd kunnen worden?

Data moet constant actueel zijn. Hiervoor kan je **verantwoordelijkheden** definiëren, en mensen hiervoor aanwijzen, zoals de **assistent-planners**. Data wordt ingevuld bij het aannemen van een chauffeur en daarna levendig gehouden.

- e. Nog vragen en/of opmerkingen en/of laatste tips?

Nee

INTERVIEW CLAASSEN

1. Eisen, restricties
 - f. Welke eisen stellen jullie aan een *TMS*?

100% kloppende informatie, diverse facetten moet het hebben, namelijk: **ADR, afmetingen van goederen, gewichten, locatiegegevens** (in graden). *TMS* is voor ons het totaalpakket, alles centraliseren vanuit verschillende pakketten. Vanuit alle hoeken van het bedrijf er mee om kunnen gaan. Ook KPIs, en lijst en dergelijken behoren tot de output van het *TMS*.

- g. Welke restricties gebruiken jullie momenteel in *Transplan*?

Winroute maakt planning, die wordt ingevoerd in *Transplan*, restricties worden aangegeven in *Transplan*. Restricties die nu worden gebruikt zijn **ADR, tijdslevering, afmetingen, volume, bereikbaarheid, afstanden**. Alle restricties zijn **hard**, op **tijdslevering** na. Deze restricties belemmeren optimaliteit van de routing.

- h. Welke restricties hanteren jullie intern bij het inplannen, maar zijn nog niet aanwezig in *Transplan*?

Capaciteit van de chauffeur, want niet elke chauffeur **kan** op elke route/gebied ingepland worden. Elke chauffeur heeft een **voorkeursgebied** en is **beter** in bepaalde regio's en gebieden, zoals met nauwe straatjes. Bepaalde chauffeurs zoveel mogelijk in bepaalde regio laten rijden.

Enkele chauffeurs **mogen niet internationaal** rijden.

Deze kennis zit puur in het hoofd van de planner.

- i. Zouden jullie deze restricties graag in *Transplan* terug zien komen?

Ja, maar hiervoor moet je kijken hoe ver je hierin gaat. Je hebt dan namelijk ook **informatie van klanten** nodig, daar moet je data over bij houden. Het zou mooi zijn als alles er in kan, alleen wordt het planproces mogelijk erg **arbeidsintensief** en duurt het erg lang. Na het automatische planproces wordt handmatig chauffeur gekoppeld. Automatiseren kan alleen als er elke dag real-time informatie over afgelopen rit wordt ingevoerd in systeem.

Verschillende restricties die erin moeten zijn: **wel/geen ADR** (zacht, want niet 0 of 1), **bakwagen/ trekker + trailer, milieuzones**.

Rijtijden, chauffeur heeft maximaal toelaatbaar rijtijd/dag.

- j. Welke restricties missen jullie nog meer in *Transplan*?

Rijtijden, al is dit lastig, dit verschilt per dag, de **maximaal toelaatbare uren per chauffeur per week**.

Ligt eraan hoe ver we willen gaan. Restricties zijn vooral nodig als er meer geautomatiseerd gaat worden, voorlopig houden we de chauffeurskoppeling het **handmatig**. Restrictie weergeven als waarschuwing.

2. Overschrijden
 - a. Welke restricties worden momenteel wel eens overschreden tijdens het inplannen van een rit?

Laadmeters worden wel eens overschreden. Maar soms worden kleine zendingen, losse dozen nog bijgevoegd.

Gewichten. Het maximaal toelaatbare gewicht wordt af en toe minimaal overschreden, door toevoeging van een kleine order.

Tijdslevering, softe overschrijdingen van enkele minuten worden in het echte leven getolereerd, en daarmee wordt het systeem dus ook overruled.

Terug laden, hierbij ben je gelimiteerd in de werkruimte die je in de vrachtwagen overhoudt. Praktisch haalbare werkruimte < theoretische ruimte die het systeem. De verhoudingen van werkruimte < theoretische ruimte is op papier bekend, maar niet opgenomen in het systeem. Erg lastig om te implementeren.

b. Hoe vaak komt dit, per restrictie, voor?

Op een totaal van 800-1100 zendingen per dag zijn er **minder dan 1%**, zendingen waarbij één van de restricties wordt overschreden

Terug laden gebeurt iedere dag.

c. Wat is de impact van zo'n overschrijding, per restrictie?

Er wordt **onnodige tijd/km besteed** aan een order, terwijl de rit niet nodig is. Sommige pallets zijn net iets groter dan de standaard, dus dan moet er per geval bekeken worden of dit de gehele capaciteit overschrijdt.

d. Levert de overschrijding wel eens problemen op, per restrictie?

Rijtijden overschrijdingen zijn strafbaar, hier mag je dus niet overheen gaan in de planning (realisatie maakt niet uit). Hierin is nog niet het aantal rij-uren per week opgenomen, dus ongemerkt kan je een chauffeur in een week teveel te hebben ingepland.

e. Welke restricties zijn echt hard, en welke restricties zijn meer soft?

-

f. Welke uitdagingen lopen jullie tegenaan binnen *Transplan*?

Nu 4 weken mee bezig, we hebben al veel aanpassingen gemaakt. Het is nog niet af, het duurt nog enkele maanden voor alles volledig gereed is.

3. Invoer

a. Op welke wijze zouden restricties, en het overschrijden ervan, moeten worden weergegeven binnen de planning software?

Op dit moment wordt de export vanuit planprogramma ingevoerd in *Transplan*. Daarna vind chauffeur+voertuig koppeling plaats met order. Na **koppeling** moet een popup weergegeven worden als dit niet mogelijk blijkt, zoals hoge **zendingen in laag voertuig, ADR, of andere restricties**. Op moment van koppeling moeten **combinaties uitgefilterd worden**.

b. Welke vormen van feedback zijn gewenst indien restricties worden overschreden?

Popup achteraf weer laten geven, de avondwerkers verwerken 's avonds de route-administratie, bij deze bevestiging moet de controle + feedback plaatsvinden.

Vooraf kruizen weergeven is te hard als restrictie, want alles moet mogelijk blijven. Informatie vanuit klant kloppen niet altijd. Zo zijn afmetingen niet altijd juist.

- c. Hoe houden jullie momenteel de restricties actueel?

Als een order wordt ingevoerd geeft de klant de volgende zaken aan: **bloktijden, ADR, gewicht, aantal pallets (met bijbehorend type**, tenzij het standaardformaat bekend is bij ons), ook afwijkende afmetingen. Het komt best vaak voor dat adressen, aantallen, gewichten en bloktijden niet correct zijn doorgegeven. Helaas ben je dus afhankelijk van informatie van de klant.

- d. Hou zou het up-to-date houden van restricties binnen *Transplan* verbeterd kunnen worden?

Meeste klanten gebruiken de Portal van *Transplan*, sommige bellen.

Tevreden over databeheersing, soms zijn er problemen met Belgische/Nederlandse adressen, als postcodes bijvoorbeeld overeenkomen. Hierin moeten nog unieke kenmerken worden toegevoegd.

- e. Nog vragen en/of opmerkingen en/of laatste tips?

Nee.

1. Eisen, restricties
 - a. Welke eisen stellen jullie aan een TMS?

Momenteel zitten er nog te weinig restricties in *Transplan*. We willen hier meer mee werken, om de planner **beter te laten beslissen**, restricties zijn hierin ondersteunend. Hierbij is overschrijdbaarheid mogelijk.

In de algemeenheid is het belangrijk om transportopdracht vast te leggen, met bijbehorende orderdossiers, complete orderdoorloop, veel functionaliteit zit al in *Transplan*. Er vindt ook veel ontwikkeling plaats.

Ontwikkeling van planning ondersteuning gebeurt veel. Planning volledig automatiseren niet mogelijk, vanwege teveel variabelen blijft het **mensenwerk**. Eisen/wensen (hard/soft), als softe restricties. Het zou ook goed zijn als softe restricties **gewogen** kunnen worden, uitgedrukt in procenten hoe belangrijk je een bepaalde restrictie vind.

- b. Welke restricties gebruiken jullie momenteel in *Transplan*?

In de planning module zitten **rekenregels** (als voertuig en/of chauffeur gebruikt worden, kunnen ze niet nog eens ingezet worden). Hier wordt melding van gemaakt als deze overschreden wordt.

80% van de ritten worden niet ingepland door PAT, deze orders komen als vaste orderregel binnen.

- c. Welke restricties hanteren jullie intern bij het inplannen, maar zijn nog niet aanwezig in *Transplan*?
 - **Rijbewijzen** van chauffeurs
 - **Bloktijden** van adressen
 - **Voertuigtypes** (schotten, compartimenten, bakwagen)
 - **Koelmotor** (ja/nee, types)
 - **Laadklep** aanwezig
 - **Afmetingen**
 - **Reclame** op de deur
 - **Milieuzones** (euroclassificaties)
 - Bepaalde chauffeurs die **niet bij klanten** komen

De lijst wordt enorm groot als je op dit niveau restricties gaat inventariseren. Data-invoer essentieel voor de output. Controlewerk door planners. Voor 20% van orders, waarbij zelf een route wordt gemaakt is **capaciteit** belangrijk (het pallet lossen & laden)

- d. Zouden jullie deze restricties graag in *Transplan* terug zien komen?

Raamwerk is belangrijker dan inhoudelijk restricties. Dit model met combinaties e.d. van allerlei aspecten zoals klanten, chauffeurs, adressen etc. Maak de hulzen waar restricties in kunnen vallen.

Planners moeten ten allen tijde restricties kunnen overrulen, dit moet echt wel **gemonitord** worden, zodat hierop gestuurd kan worden als een planner veelvuldig overschrijdt.

- e. Welke restricties missen jullie nog meer in *Transplan*?

In *Transplan* staan allerlei menu's, in menu 2: restricties liggen op **klanten, adressen voertuigen, chauffeurs, klant-voertuigen, chauffeurs-klant, klant-adressen, voertuig-adressen, klant-emballage**. Binnen deze combinaties heb je restricties, deze moeten uitgewerkt worden en als model ingegeven worden in *Transplan*, zodat de gebruiker restricties aan kan maken.

In menu 3 heb je orders, en orderregels: **bloktijden, voertuigen op adressen, verschillende soorten pallets, pompwagen of niet, manieren van laden/lossen**

Veel meer verbreden en zorgen dat bedrijven zelf restricties in kunnen voeren. Het lijkt me dus veel effectiever als je een raamwerk opstelt, waarbinnen bedrijven kunnen aangeven welke restrictie ze willen gaan opstellen. Ga hierin niet teveel de diepte in. Geef aan op welke plekken in *Transplan* er controles moeten worden uitgevoerd, dan kunnen er daarna restricties aangehangen worden en waardes worden gegeven. Restrictiepakket moet ook geschikt zijn voor nieuwe klanten, breed toepasbaar dus.

Rijtijdenwet(arbeidstijdenbesluit) implementeren, dit geldt voor heel NL.

2. Overschrijden

- a. Welke restricties worden momenteel wel eens overschreden tijdens het inplannen van een rit?

Maximaal aantal werkuren van een chauffeur per dag

- b. Hoe vaak komt dit, per restrictie, voor?

Onbekend

- c. Wat is de impact van zo'n overschrijding, per restrictie?

Overschrijding van arbeidstijden(te veel gewerkt of te weinig pauze) levert **bekeuringen** op. **Chauffeurs** kunnen ook overschrijdingen van **restricties waarnemen en aanpassen**, want zij zien het beste wat er verkeerd gaat.

- d. Levert de overschrijding wel eens problemen op, per restrictie?

Geen concrete problemen, wel is het zo dat er soms overbodig veel meldingen worden gegeven, waardoor **planners onverschillig** worden voor meldingen.

- e. Welke restricties zijn echt hard, en welke restricties zijn meer soft?

Wettelijke restricties zijn over het algemeen **hard**. **Klanttevredenheid gerelateerde restricties** zijn ook **hardere** restricties. Niet teveel restricties onderzoeken, meer naar model kijken, restricties zijn veel te gedetailleerd en verschillend per bedrijf. **Geldigheid en houdbaarheid** van restricties.

- f. Welke uitdagingen lopen jullie tegenaan binnen *Transplan*?

-

3. Invoer

- a. Op welke wijze zouden restricties, en het overschrijden ervan, moeten worden weergegeven binnen de planning software?

Meerdere mogelijkheden: **icoontjes, rechtstreeks op planbord, meldingen**. Afhankelijk van het soort restrictie. A.d.h.v. **wegingsfactor** van belangrijkheid op verschillende manieren weergeven. Ook zorgen dat er gemonitord kan worden op meldingen.

Zelfleerzaamheid zou een goede optie zijn, zodat voorkeuren van de planner door het systeem worden geadministreerd en worden gebruikt in de weergave van restrictie in de output

- b. Welke vormen van feedback zijn gewenst indien restricties worden overschreden?

Icoontjes, meldingen, op verschillende plekken weergeven. Kan ook met **sms'jes** bijvoorbeeld werken, vele mogelijkheden.

- c. Hoe houden jullie momenteel de restricties actueel?

Heel veel zit in de in **hoofden van planners**. Sommige aspecten zitten in *Transplan*, deze zijn erg statisch. Sommige dynamische data worden slecht bijgehouden in het *TMS* nu. Ook veel in **chauffeurs' hoofd**, dit houden ze ook alleen voor hunzelf bij.

- d. Hou zou het up-to-date houden van restricties binnen *Transplan* verbeterd kunnen worden?

Als restricties niet goed onderhouden worden, krijg je rommel en werkt het systeem niet goed meer. Daarom blijft het **mensenwerk** om dit bij te houden. Het is **extreem belangrijk**, hoe houden we het actueel.

- e. Nog vragen en/of opmerkingen en/of laatste tips?

-

APPENDIX III – ATTRIBUTEN VOOR HET RESTRICTIEMODEL

In **TABEL III.1** staat een lijst met attributen afgebeeld.

Order	Datatype	Waardebereik
Ordernummer	ID	Automatische nummering door Transplan
Klantnaam	Lijst [1]	Klanten - Naam
Activiteit	Lijst [1]	Statische Data Activiteiten
Transporttype	Lijst [1]	Statische Data Transporttypes
Tijdvenster	Date	<i>Standaard op vandaag</i>
Type ladingdrager	Lijst [1]	Statische Data Emballagegroepen
Aantal ladingdragers	Getal	>0, geheeltallig
Regio	Lijst [1]	Statische Data Regio's
Gewicht	Getal	>0
ADR lading	Boolean	Ja/nee

Rit	Datatype	Waardebereik
Ritnummer	ID	Automatische nummering door Transplan
Ordernummer	Output	Orderdossiers
Totaal aantal ladingdragers	Output	Orderdossiers Aantal ladingdragers
Geplande eindtijd	Output	PTV xServer Components
Rittype	Lijst [1]	[Nog aan te maken]
Aantal stops	Output	Orderdossiers - Aantal orderregels
Bloktijden klanten	Output	Orderdossiers - Bloktijden
Bereden regio's	Output	Orderdossiers - Regio
ADR rit	Output	Orderdossiers - ADR

Klant	Datatype	Waardebereik
Klantnaam	ID	
Klantgroep	Lijst [1]	Statische Data Klantgroep
Klanttype	Lijst [1]	[Nog aan te maken]

Locatie	Datatype	Waardebereik
Straatnaam + nummer	ID	
Klantnaam	Lijst [1]	Statische Data Winkelformules
Locatietype	Lijst [1]	Statische Data Adrestypes
Naam locatie	String	
Land	Lijst [1]	Statische Data Landen
Milieuzone	Lijst [1]	
Regio	Lijst [1]	Statische Data Regio's
Bloktijd	Date	
X, Y coördinaten	Getal; getal	
Toegankelijke voertuigen	Lijst [*]	Statische Data Vloottypes
Pompwagen aanwezig	Boolean	Ja/nee

Chauffeur	Datatype	Waardebereik
Voornaam + Achternaam	ID	
Beschikbaarheid per uur op dag	Lijst [1]	Statische Data Resourcetypes
Rijbewijs	Lijst [*]	B/BE/D/DE
s Nachts rijden	Boolean	Ja/nee
Functie	Lijst [1]	Statische Data Functies
s Weekends rijden	Boolean	Ja/nee
ADR bevoegd	Boolean	Ja/nee
Voorkeur voertuigtype	Lijst [*]	Statische Data Vloottypes
Voorkeur voor land	Lijst [*]	Statische Data Landen
Voorkeur voor regio	Lijst [*]	Statische Data Regio's

Getrokken vloot	Datatype	Waardebereik
Kenteken getrokken vloot	ID	
Voertuigtype	Lijst [1]	Statische Data Vloottypes
Capaciteit_aantal ladingdragers	Getal	>0, geheeltallig
Capaciteit_gewicht	Getal	>0
Zichtbare reclame	Lijst [1]	Klanten - Naam
Koelmotor aanwezig	Boolean	Ja/nee
Laadklep aanwezig	Boolean	Ja/nee
Leeg gewicht trailer	Getal	
Pompwagen aanwezig	Boolean	Ja/nee

Trekkende vloot	Datatype	Waardebereik
Kenteken trekkende vloot	ID	
Milieuclassificatie	Getal	[Nog aan te maken]
Zichtbare reclame	Lijst [1]	Klanten - Naam
Voertuigtype	Lijst [1]	Statische Data Vloottypes
Minimaal rijbewijs nodig	Lijst [1]	B/BE/D/DE

TABEL III.1 - LIJST MET ATTRIBUTEN