

Simulatie aflevervak Broekman Automotive Division



Wout van Dijk

Simulatieopdracht PEL
Docent: Hans Veeke
Begeleiders: Silvester Keijzer
en Ronald Jongeling
Januari 2013



Voorwoord

Dit rapport is geschreven in opdracht van Broekman Automotive Division door een student van de master Production Engineering & Logistics aan de TU Delft in het kader van de simulatieopdracht. In dit rapport is het gebruik van het aflevervak op de terminal in Rotterdam geanalyseerd en zijn meerdere concepten uitgewerkt en gesimuleerd. Aan de hand van de resultaten van deze simulaties zijn aanbevelingen gedaan voor het toekomstig gebruik van het aflevervak en de processen die hiermee samenhangen.

De analyse van de huidige organisatie van de processen op en rond het aflevervak is beschreven in hoofdstuk 3. Deze analyse bestaat uit een kwalitatief en een kwantitatief gedeelte. In hoofdstuk 4 wordt de simulatie van de huidige situatie geschreven en op basis van de resultaten is het model gevalideerd. Hoofdstuk 5 beschrijft de drie gesimuleerde concepten en geeft een overzicht van de relevante resultaten van de simulatie. De conclusie en aanbeveling is te vinden in hoofdstuk 6.

Het grootste gedeelte van het rapport is geschreven in het Nederlands. De simulatie is uitgevoerd in een Engelse programmeertaal. Dit heeft ervoor gezorgd dat delen van dit rapport die nauwe samenhang vertonen met de simulatie in het Engels zijn geschreven.

Hierbij wil ik een ieder die heeft bijgedragen aan de totstandkoming van dit rapport. In het bijzonder wil ik Silvester Keijzer, Ronald Jongeling en Sebastiaan Berghout bedanken voor hun behulpzaamheid en vrijgemaakte tijd.

Wout van Dijk

Delft, dinsdag 29 januari 2013



Samenvatting

Op de terminal van Broekman Automotive Division in Rotterdam vindt de opslag en overslag van voertuigen plaats. Daarnaast worden diensten als wassen, reparatie, modificatie en inspectie aangeboden. Auto's die zijn afgeroepen voor transport naar de klant worden op het aflevervak geplaatst. Indien nodig worden auto's van het aflevervak naar een werkstation getransporteerd om één of meerdere bewerkingen aan de auto's uit te voeren. Na behandeling worden de auto's weer teruggeplaatst op het aflevervak. De huidige wijze van werken leidt in sommige gevallen tot een overbezetting van het aflevervak. Dit heeft als gevolg dat auto's niet op tijd klaar staan voor transport en zorgt voor een beperking van de totale doorvoer van auto's.

Op basis van een analyse van het huidige gebruik van het aflevervak en de processen die daarmee samenhangen is een simulatie van de huidige situatie gemaakt. Uit de analyse en de simulatie blijkt dat er een drietal hoofdoorzaken verantwoordelijk is voor de beperkte doorvoer van auto's over het aflevervak:

1. Auto's dienen in groepen op het aflevervak geplaatst te worden voor verdere behandeling, terwijl de auto's vanaf willekeurige plekken worden weggehaald door de transporteurs.
2. Voor iedere bewerking bevinden zich buffers (ter grootte van een werkdag) op het aflevervak.
3. Auto's wachten gemiddeld ongeveer twee dagen op verder vervoer.

Om deze hoofdoorzaken aan te pakken zijn drie concepten bedacht. In concept 1 wordt de eerste hoofdoorzaak aangepakt door de interval van het opschonen van het aflevervak te verhogen. In concept 2 en concept 3 wordt dit probleem aangepakt door aparte bufferzones te creëren voor de verschillende werkstations. In deze aparte bufferzones worden auto's in groepen bij elkaar geplaatst voor verdere verwerking, wanneer auto's daadwerkelijk klaar zijn voor transport naar de klant worden ze op een andere gedeelte van het aflevervak geplaatst. Hierbij is het niet meer van belang dat auto's groepsgewijs worden opgesteld en kan het aflevervak flexibeler gebruikt worden. Het grootste verschil tussen concept 2 en concept 3 zit in de manier waarop auto's en chauffeurs van en naar het aflevervak worden getransporteerd. In concept 2 rijden busjes een vaste route over de terminal en kunnen chauffeurs ten alle tijden in en uitstappen. In concept 3 hebben busjes vaste chauffeurs en eigen taken. Om de tweede hoofdoorzaak te adresseren is in de simulaties van alle drie de concepten getest met het verkleinen van de buffers voor de verschillende bewerkingen. Aangezien voor deze opdracht is aangenomen dat er geen invloed kan worden uitgeoefend op de transporteurs is oorzaak 3 niet te verhelpen.

Uit de resultaten van de simulaties van de verschillende concepten is gebleken dat concept 2 een verhoging van de maximaal mogelijke doorvoer laat zien. Om dit te realiseren is echter een grote toename van het personeel noodzakelijk. Daarnaast kan geconcludeerd worden dat de resultaten van concept 1 en concept 3 elkaar tot een maximale gemiddelde doorvoer van 86 auto's per uur niet sterkt ontlopen. Concept 1 is niet in staat om boven een gemiddelde doorvoer van 86 auto's per uur uit te komen, terwijl de maximale gemiddelde doorvoer van concept 3 rond de 98 auto's per uur ligt. Dit is een aanzienlijke verbetering ten opzichte van de 61,5 auto's per uur die als uitgangspunt van de simulatie van de huidige situatie is gebruikt. Concept 3 voldoet dus het beste aan het doel om de maximaal mogelijke gemiddelde doorvoer te verhogen. Daarnaast presteert concept 3 ook bij een lagere gemiddelde doorvoer goed.

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
Inhoud	5
1 Inleiding	7
1.1 Broekman Group en Broekman Automotive Division	7
1.2 Diensten	7
1.3 Aflevervak.....	8
2 Opdrachtomschrijving	10
2.1 Aanleiding tot de opdracht.....	10
2.2 Probleemstelling.....	10
2.3 Doelstelling.....	12
3 Huidige organisatie van de processen.....	13
3.1 Kwalitatieve functiestructuur	13
3.2 Kwantitatieve analyse	20
3.2.1 Afroep.....	20
3.2.2 Transport binnen de RCT	20
3.2.3 Bewerkingen.....	21
3.2.4 Personeel.....	21
3.2.5 Afvoer	22
3.2.6 Afmeting auto's	22
3.2.7 Opschonen aflevervak.....	22
4 Simulatie huidige situatie	23
4.1 Elementen	23
4.2 Attributen	25
4.3 Processen	27
4.4 Uitvoer.....	32
4.5 Valideren	33
4.6 Maximalisatie	35
4.7 Conclusie	36
5 Concepten	37
5.1 Concept 1.....	37



5.1.1	Proces	37
5.1.2	Resultaten.....	38
5.2	Concept 2.....	41
5.2.1	Proces	42
5.2.2	Resultaten.....	46
5.3	Concept 3.....	48
5.3.1	Proces	48
5.3.2	Resultaten.....	51
6	Conclusie en aanbevelingen.....	54
7	Appendices	56
7.1	Appendix A: Verklarende woordenlijst	56
7.2	Appendix B: Symbolenlijst.....	57
8	Bibliografie.....	58

1 Inleiding

De eerste paragraaf van dit hoofdstuk geeft een korte beschrijving van Broekman Group en Broekman Automotive Division. In paragraaf 3.2 worden de diensten die Broekman op de terminal in Rotterdam aanbiedt uiteengezet. De derde paragraaf gaat in op de huidige functie van het aflevervak en geeft hier een overzicht van.

1.1 Broekman Group en Broekman Automotive Division

Broekman Group is in 1960 opgericht als Scheepsvaartmaatschappij Broekman “MotorShips” N.V. Op dit moment is het een wereldwijd opererend bedrijf met meer dan 800 werknemers gespecialiseerd in import- en export services. In Europa zijn er onder andere vestigingen in Vlissingen, Rotterdam, Amsterdam, Terneuzen, Antwerpen, Tienen, Budapest en Praag. Buiten Europa is Broekman Group onder andere gevestigd in India en Singapore. Broekman Group bestaat uit de volgende vijf divisies:

- Broekman Shipping Division
- Broekman Logistics Division
- Broekman Automotive Division
- Broekman Special Products Division
- Broekman Corporate Division

Broekman Automotive Division (BAD) verleent logistieke diensten en oplossingen voor de auto-industrie. Hierbij kan gedacht worden aan transport per boot, vrachtwagen en trein en de tijdelijke opslag van auto's. Daarnaast levert BAD in Rotterdam de optie om auto's te laten wassen, repareren, modificeren of inspecteren.

1.2 Diensten

Zoals hiervoor al genoemd zijn er een aantal diensten die worden aangeboden op de terminal van BAD in Rotterdam, genaamd Rotterdam Car Terminal (RCT). Hieronder een overzicht van de belangrijkste diensten:

- **Overslag**
De terminal in Rotterdam biedt de mogelijkheid voor het laden en lossen van auto's uit containers. Daarnaast bestaat er de mogelijkheid tot het direct laden en lossen van auto's van zeeschepen, binnenschepen, treinen en vrachtauto's.
- **Opslag**
De RCT biedt een opslag capaciteit van ruim 40.000 auto's, waaronder overdekte opslag. Deze (langdurige) opslag vindt plaats in de ParkeerMagazijnen (PM).
- **Wassen**
Het wassen van het exterieur van de auto met behulp van een wasstraat. Dit gaat normaliter gepaard met een schadecontrole.
- **Reparatie**
Wanneer een voertuig tijdens het transport of tijdens de opslag schade oploopt, biedt BAD de mogelijkheid deze schade te laten repareren.
- **Pre Delivery Inspection**
De Pre Delivery Inspection (PDI) is de laatste inspectie voordat het voertuig wordt afgeleverd aan de autodealer/eindgebruiker. De eisen die worden gesteld aan een PDI verschillen per dealer en/of importeur. Niet alle auto's ondergaan een PDI. Werkzaamheden die tijdens een



PDI proces plaatsvinden zijn onder andere het afvullen van motorolie en ruitenwisservloeistof, het op de juiste spanning brengen van de banden en een schadecontrole aan het exterieur.

- **Modificatie**

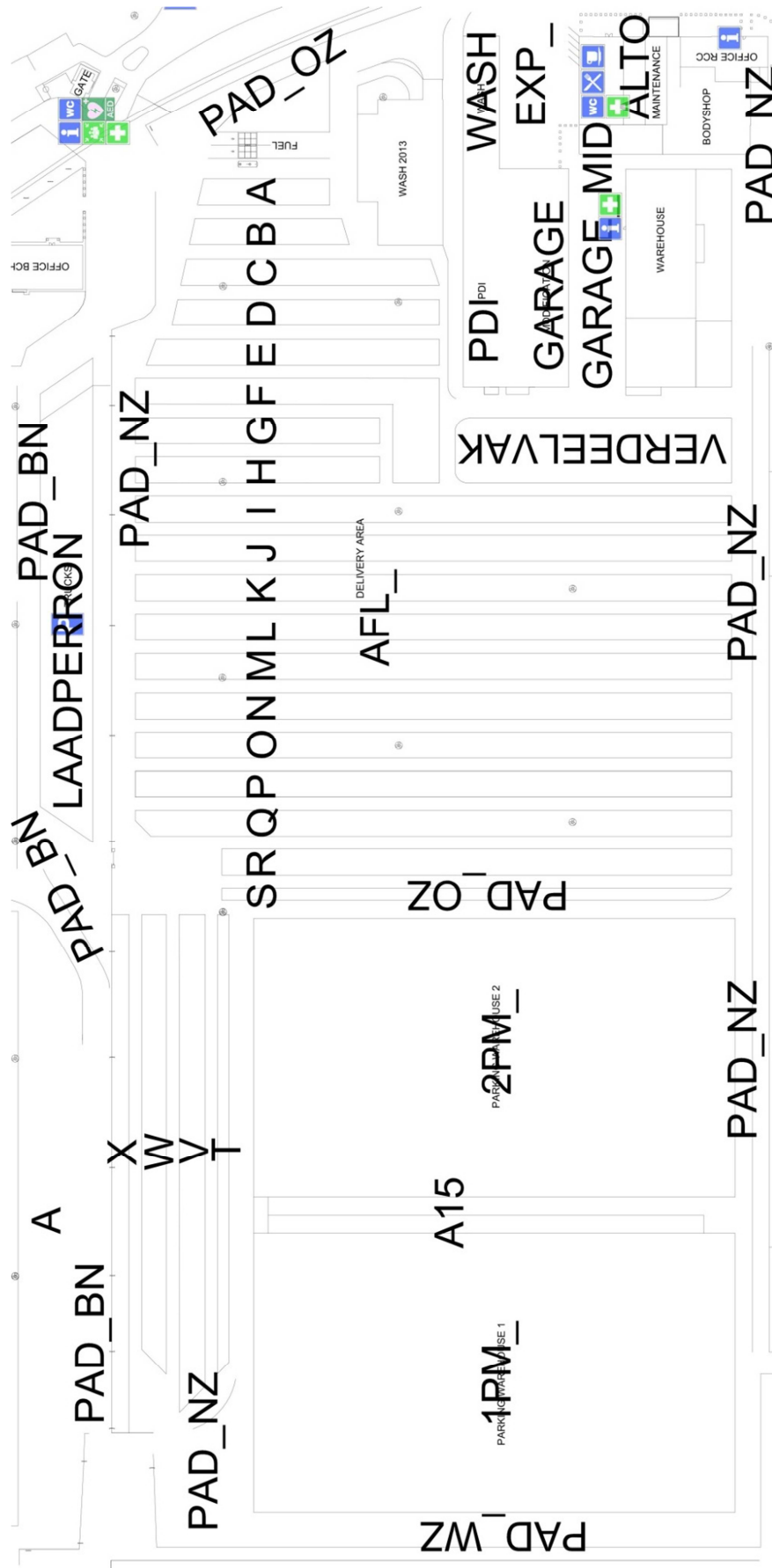
In opdracht van de klant, meestal de dealer of exporteur, kunnen modificaties aan de auto worden doorgevoerd. Hierbij kan worden gedacht aan (kleine) wijzigingen aan het exterieur, zoals bestikking of het vervangen van onderdelen die het uiterlijk van de auto bepalen, bijvoorbeeld de grill. Daarnaast behoren ook technische modificaties, zoals het installeren van een LPG installatie, tot de mogelijkheden. Een andere optie is het installeren van accessoires in die auto.

1.3 Aflevervak

De diensten die naast de op- en overslag worden aangeboden, worden uitgevoerd vlak voordat de auto's de terminal verlaten. Na een afroep, dit is het moment waarop de klant aangeeft dat een auto of een groep auto's klaar moet worden gezet voor transport, wordt de betreffende auto opgezocht in het parkeermagazijn en naar het aflevervak gereden. Auto's waaraan geen extra bewerkingen verricht dienen te worden, zijn nu gereed voor verder vervoer, Ready For Transport (RFT). Auto's waaraan nog wel extra taken verricht dienen te worden, worden vanaf het aflevervak in behandeling genomen en na behandeling hier ook weer teruggeplaatst. De foto in Figuur 1.1 geeft een overzicht van de RCT, hierin is het aflevervak met een rode lijn aangegeven. Op het aflevervak bevinden zich dus auto's die zijn afgeroepen, het gaat hier zowel om auto's die klaar staan voor vervoer als om auto's die nog één of meerdere diensten, zoals wassen of een PDI, voor de boeg hebben. Wanneer auto's gereed zijn voor vervoer wordt dit gemeld aan de transporteur, deze zal de auto binnen enkele dagen op komen halen. Op deze manier wordt weer ruimte gecreëerd op het aflevervak. Figuur 1.2 geeft een schematisch overzicht van de inrichting van het aflevervak en daaromheen gelegen locaties zoals de wasstraat, de PDI-baan, de garage en twee delen van het parkeermagazijn. Het aflevervak wordt gevormd door de rijen A tot en met X. Het verdeelvak kan qua functie worden beschouwd als onderdeel van het aflevervak.



Figuur 1.1: Foto aflevervak



Figuur 1.2: Overzicht aflevervak en omgeving



2 Opdrachtomschrijving

In dit hoofdstuk wordt een de opdracht omschreven. In de eerste paragraaf wordt toegelicht wat de aanleiding tot de opdracht is geweest. Paragraaf 2 beschrijft hoe de probleemstelling tot stand is gekomen. De doelstelling van het onderzoek staat beschreven in de laatste paragraaf van dit hoofdstuk.

2.1 Aanleiding tot de opdracht

In de praktijk is gebleken dat de parkeervakken die op dit moment worden gebruikt als afleervak niet altijd voldoende ruimte bieden voor alle afgeroepen auto's. Dit kan als gevolg hebben dat auto's niet op tijd klaar staan voor verder vervoer. Daarnaast is de verwachting dat de doorvoer de komende tijd nog zal toenemen. Komend jaar wordt al een nieuwe wasstraat opgeleverd om aan deze vraag te kunnen voldoen.

Het ruimtegebrek komt niet alleen voort uit een tekort aan het absolute aantal parkeervakken, maar ook uit de locatie waarop vrije parkeervakken zich bevinden. Groepen auto's met dezelfde taken worden vanuit het parkeermagazijn naar het afleervak getransporteerd en als groep bij elkaar gezet. Dit brengt namelijk voordelen met zich mee in de verdere behandeling. De vrije parkeervakken op het afleervak ontstaan hoofdzakelijk doordat transporteurs auto's komen ophalen. De vrije vakken die hierbij ontstaan zijn willekeurig over het afleervak verdeeld. Dit heeft als resultaat dat er geen ruimte is om auto's vanuit het parkeermagazijn als groep bij elkaar te zetten. Om dit probleem te verhelpen worden de auto's op het afleervak iedere ochtend bij elkaar gezet, dit wordt opschonen genoemd. Op deze manier ontstaan weer grotere vrije vakken op het afleervak en kunnen auto's vanuit het parkeermagazijn weer als groep bij elkaar worden gezet. Wanneer de doorvoer van auto's toeneemt zal deze manier van werken naar alle waarschijnlijkheid niet meer voldoen.

2.2 Probleemstelling

Op basis van de probleembeschrijving is de volgende initiële probleemstelling geformuleerd:

“De capaciteit en het gebruik van het afleervak verschaffen onvoldoende ruimte om aan de toenemende vraag te voldoen.”

Voordat met het daadwerkelijk analyseren en het opstellen van nieuwe concepten kon worden gestart is deze probleemstelling eerst scherper gedefinieerd en is er een probleemgebied afgebakend. Om het probleemgebied af te bakenen is gedurende de eerste fase van het onderzoek gekeken naar de subsystemen die directe of indirecte interactie vertonen met het afleervak. Daarbij is geanalyseerd wat hun rol bij de bezetting van het afleervak is en of het noodzakelijk is om deze subsystemen op te nemen in het probleemgebied. De volgende subsystemen zijn geïdentificeerd:

- **Buitendienst**

De buitendienst is verantwoordelijk voor het transport van auto's vanuit het parkeermagazijn naar het afleervak. De auto's die een PDI ondergaan zijn hierop een uitzondering, dit transport is de verantwoordelijkheid van de PDI afdeling. Daarnaast behoort het opschonen van het afleervak tot de verantwoordelijkheid van de buitendienst. De buitendienst heeft een grote invloed op de bezetting van het afleervak en is dus opgenomen in het probleemgebied.

- **Uitlopers**

De uitlopers worden ingezet indien auto's in het parkeermagazijn niet direct kunnen worden weggereden doordat deze geblokkeerd zijn door andere auto's. De uitloper zoekt de auto's op en verplaatst ze uit de rijen naar de rijpaden. De uitlopers hebben geen directe invloed op de bezetting van het aflevervak en zijn dus niet binnen het probleemgebied geplaatst.

- **Wasstraat**

De medewerkers van de wasstraat zijn verantwoordelijk voor het wassen van auto's, hierbij kan ook een schadecontrole worden uitgevoerd. Daarnaast zijn de medewerkers ook verantwoordelijk voor het vervoer van de auto's van het aflevervak naar de wasstraat en van de wasstraat weer terug naar het aflevervak. Gezien de directe interactie met het aflevervak is de wasstraat opgenomen in het probleemgebied.

- **PDI-baan**

De medewerkers van de PDI-baan zijn verantwoordelijk voor het uitvoeren van de PDI. Daarnaast zijn de medewerkers ook verantwoordelijk voor het transport van de auto's van het aflevervak naar de PDI-baan en van de PDI-baan weer terug naar het aflevervak. Zoals al eerder benoemd zijn de medewerkers ook verantwoordelijk voor het transport van de auto's vanuit het parkeermagazijn naar het aflevervak. Gezien de directe interactie met het aflevervak is de PDI-baan opgenomen in het probleemgebied.

- **Modificatiewerkplaats**

De medewerkers van de modificatiewerkplaats zijn verantwoordelijk voor verschillende modificatiewerkzaamheden en het transport tussen het aflevervak/verdeelvak en de werkplaats. Gezien de directe interactie met het aflevervak is de PDI-baan is opgenomen in het probleemgebied.

- **Schadewerkplaats**

De medewerkers van de schadewerkplaats zijn verantwoordelijk voor het schadeherstel van auto's. Gezien het relatief lage aantal schadeherstelwerkzaamheden dat plaatsvindt is de schadewerkplaats niet opgenomen in het probleemgebied.

- **Transporteurs**

De transporteurs zijn verantwoordelijk voor de aan- en afvoer van auto's. Met name de afvoer van voertuigen heeft een sterke samenhang met de bezetting van het aflevervak. Om deze reden zijn de transporteurs opgenomen in het probleemgebied. Binnen het kader van dit onderzoek is echter gesteld dat er geen invloed kan worden uitgeoefend op de transporteurs.

- **Klanten**

De klanten (meestal importeur en/of dealer) zijn verantwoordelijk voor het moment waarop een auto wordt afgeroepen. Dit heeft invloed op de bezetting van het aflevervak in de tijd. De klant is dan ook opgenomen in het probleemgebied. Ook hierbij moet worden gesteld dat er binnen dit onderzoek vanuit is gegaan dat het gedrag van de klant niet beïnvloed kan worden.



- **Long Term Storage Maintenance (LTSM)**

Naast opdrachten die worden uitgevoerd naar aanleiding van een afroep kunnen voertuigen ook na een bepaalde periode in opslag (bijvoorbeeld na 180 dagen) onderhoud nodig hebben. Deze voertuigen worden ook via het aflevervak naar de wasstraat en/of PDI-baan getransporteerd. Gezien het relatief lage aantal voertuigen dat hier gebruik van maakt is dit niet opgenomen in het probleemgebied.

Gedurende het onderzoek is gebleken dat het vergroten van het aflevervak geen gewenste oplossing is voor het verhelpen van het capaciteitsprobleem. Daarnaast mag het gemiddeld aantal FTE per behandeld voertuig niet toenemen. Nu het probleemgebied duidelijker is gedefinieerd kan de probleemstelling als volgt worden geformuleerd:

“De manier waarop het aflevervak wordt gebruikt door de buitendienst, wassers, PDI’ers, monteurs en transporteurs resulteert niet in een optimaal gebruik van de beschikbare ruimte op het aflevervak.”

2.3 Doelstelling

Gedurende het project zal een analyse gemaakt worden van het huidige proces op de RCT. Hierbij zal in meer detail worden gekeken naar de processen die direct samenhangen met de bezetting en gebruik van het aflevervak. Aan de hand van deze analyse zullen nieuwe concepten worden opgesteld, waarbij het realiseren van een hogere gemiddelde doorvoer over het aflevervak het doel is. Deze concepten zullen middels een simulatie worden getest en de resultaten zullen met de huidige situatie en met elkaar worden vergeleken. De wens is om aan de hand van de resultaten van de simulatie advies uit te kunnen brengen om het bestudeerde systeem te verbeteren en dus een hogere gemiddelde doorvoer mogelijk te maken. Hierbij dient rekening te worden gehouden met een aantal randvoorwaarden. De belangrijkste randvoorwaarden zijn het totale aantal personeelsleden dat ingezet dient te worden om tot de doorvoer te komen en de tijd die nodig is om auto’s gereed te maken voor transport. Ook dient rekening te worden gehouden met de investering die gemoeid is met de implementatie van het concept. De doelstelling is als volgt opgesteld:

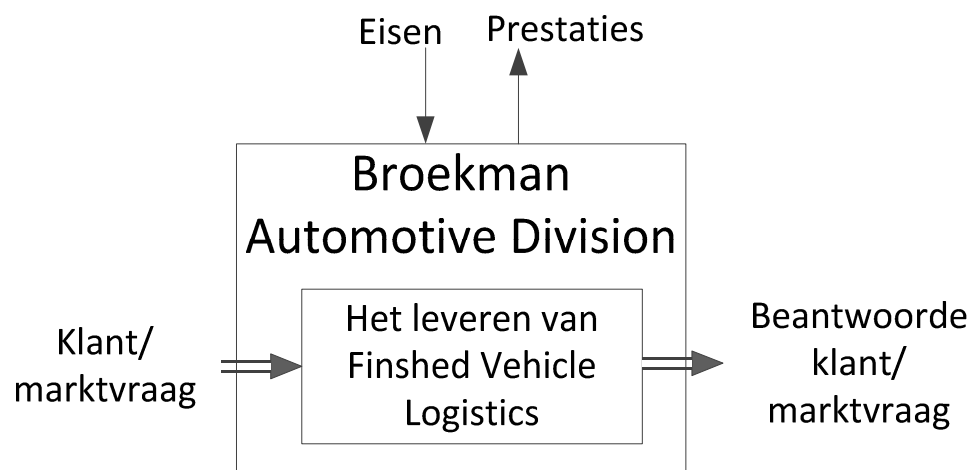
“Aan de hand van een analyse van de huidige situatie nieuwe concepten bedenken voor het gebruik van het aflevervak en deze concepten testen aan de hand van een simulatie, met als doel om, rekening houdende met de randvoorwaarden, aanbevelingen te doen voor het verhogen van de maximaal mogelijke gemiddelde doorvoer.”

3 Huidige organisatie van de processen

In de eerste paragraaf van dit hoofdstuk wordt de huidige organisatie van processen beschreven aan de hand van modellen. Voor het opstellen van deze modellen is gebruik gemaakt van de Delft Systems Approach (Veeke, Ottjes, & Lodewijks, 2008). De tweede paragraaf geeft een kwantitatieve analyse van de relevante processen.

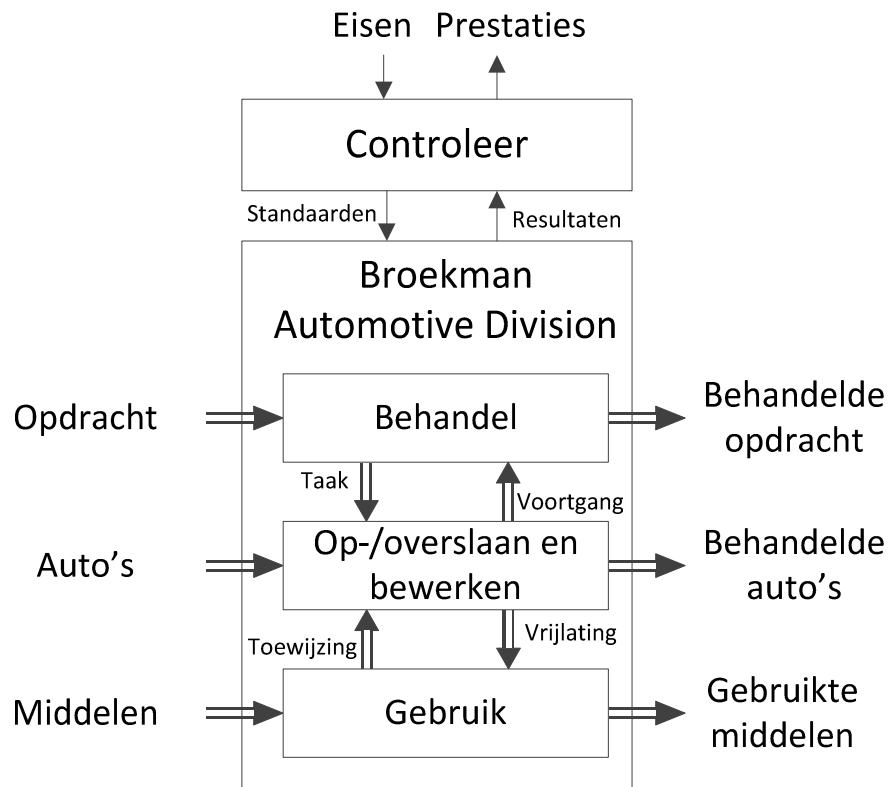
3.1 Kwalitatieve functiestructuur

De hoofdfunctie van Broekman Automotive Division, zoals opgenomen in Figuur 3.1, is het leveren van Finished Vehicle Logistics (FVL). Met FVL wordt in dit geval bedoeld op transport, opslag, schade inspectie en waarde toevoegende bewerkingen; wassen, PDI, reparatie en modificatie. Met deze hoofdfunctie beantwoordt Broekman Automotive Division de vraag naar FVL vanuit de markt. Vanuit de omgeving (klanten) worden eisen gesteld aan de geleverde service, hierbij kan gedacht worden aan kwaliteit, kosten en tijd. De prestaties worden teruggekoppeld naar de omgeving.



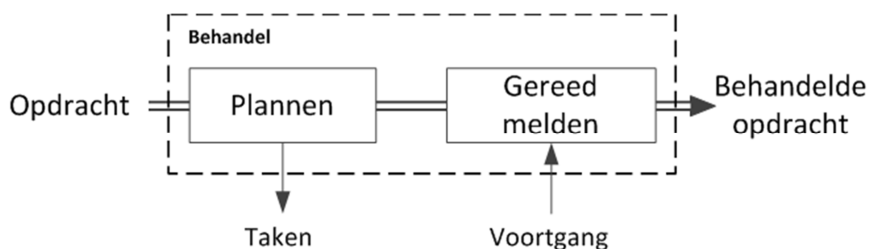
Figuur 3.1: Hoofdfunctie Broekman Automotive Division

Zoals te zien is in Figuur 3.2 kan er een PROPER model worden opgesteld van de functie die door BAD wordt vervuld op de terminal in Rotterdam. De orderstroom bestaat uit opdrachten die binnen komen, voor de uitgaande stroom van voertuigen is dit in de vorm van een afroep (Call-Off). De productstroom bestaat uit auto's die moeten worden overgeslagen en/of opgeslagen en/of waaraan waarde toevoegende bewerkingen moeten worden uitgevoerd. Voor de waarde toevoegende bewerkingen zullen in sommige gevallen ook nog onderdelen/materialen moeten worden toegevoegd. De auto's kunnen de RCT binnen komen en verlaten per boot, trein of vrachtwagen. De middelenstroom vertegenwoordigt alle middelen die gedurende het proces worden ingezet, hierbij kan onder andere gedacht worden aan parkeerplaatsen, busjes en gereedschap. Vanuit de 'behandel' functie worden taken geformuleerd die in de productstroom worden uitgevoerd, voorbeelden van deze taken zijn: een auto opslaan, een auto verplaatsen, een auto wassen, enz. De voortgang zal terug worden gekoppeld. Om een taak uit te voeren worden de benodigde middelen toegewezen vanuit de 'gebruik' functie. Deze worden weer vrijgelaten zodra de taak vervuld is.



Figuur 3.2: PROPER model Broekman Automotive Division

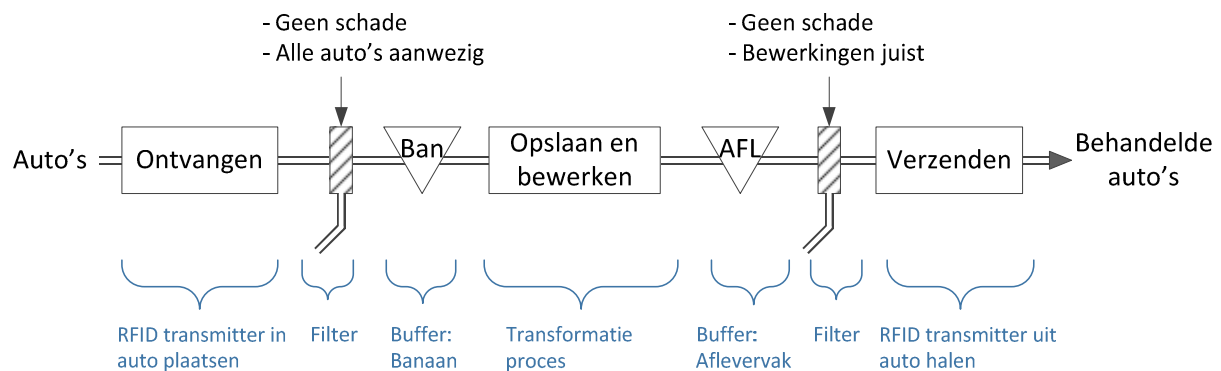
Figuur 3.3 geeft een gedetailleerder beeld van de 'behandel' functie. Een opdracht die het systeem binnen komt wordt in behandeling genomen. Aan de hand van een planning worden taken doorgegeven aan de uitvoerende functies in de productstroom. Aan de hand van terugkoppeling met betrekking tot de voortgang wordt de klant/transporteur op de hoogte gehouden. Zodra een auto RFT is wordt dit gemeld, de opdracht is nu volledig behandeld. In het model van de huidige situatie wordt de planning gebaseerd op één handeling/taak per auto per dag. Wanneer een auto bijvoorbeeld op dag 1 wordt afgeroepen zal deze op dag 2 worden ingepland voor transport naar het aflevervak en een dag later zal de auto bijvoorbeeld gewassen kunnen worden.



Figuur 3.3: Behandel

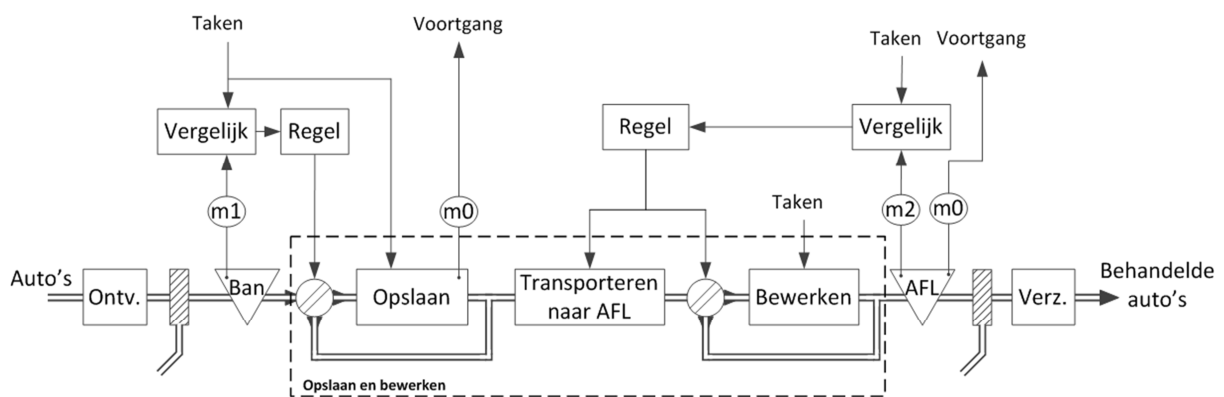
In Figuur 3.4 is ingezoomd op de productstroom, de grenszones aan de invoer- en uitvoerzijde zijn extra uitgelicht. Tijdens de ontvangst van een auto aan de invoerzijde van het systeem worden auto's klaar gemaakt voor verdere behandeling. Dit betekent onder andere dat een auto wordt voorzien van een RFID transmitter, waarmee de auto gedurende zijn gehele verblijf op de terminal gelokaliseerd kan worden. Het eerste filter in Figuur 3.4 representeert de kwaliteitscontrole die hoofdzakelijk bestaat uit een schadecontrole en de kwantitatieve controle die bepaald of er voldoende auto's zijn binnen gekomen. De buffer aan de inputzijde wordt de banaan genoemd,

hierin kunnen zo'n 600 auto's staan. Aan de uitvoerzijde zien we een vergelijkbare situatie. De buffer aan de uitvoerzijde wordt het aflevervak genoemd, hier kunnen ongeveer 2000 auto's staan. Voordat de auto's vertrekken wordt gecontroleerd of de eventuele bewerkingen correct zijn uitgevoerd en of de auto's geen schade hebben opgelopen tijdens het proces. Bij het verzenden wordt de RFID transmitter weer uit de auto gehaald, zodat deze hergebruikt kan worden. Zoals in het PROPER model in Figuur 3.2 te zien is, worden alle functies aangestuurd door taken. Voor de uitvoering van deze taken worden de vereiste middelen toegewezen. Voor het overzicht is dit in Figuur 3.4 weggelaten.



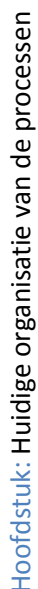
Figuur 3.4: Productstroom: opslaan, overslaan en bewerken van auto's

Nu de behandeling aan de invoer- en uitvoerzijde duidelijk zijn kunnen we gedetailleerder kijken naar de 'opslaan en bewerken' functie en de regelkringen die hierbij horen. Zoals in Figuur 3.5 te zien is worden niet alle auto's opgeslagen in het parkeermagazijn. Dit hangt er van af of een auto (voor aankomst) al is afgeroepen. Wanneer een auto uit de buffer aan de inputzijde wordt gehaald, wordt door de vergelijk functie bepaald of deze auto (m1) moet worden opgeslagen. Indien een auto al is afgeroepen kan deze direct naar het aflevervak worden gebracht. In Figuur 3.5 wordt dit aangegeven met de klep die wordt aangestuurd door de linker regelkring. De taken die voortkomen uit een afroep worden doorgegeven aan de 'opslaan' functie, zodat deze weet wanneer auto's uit het parkeermagazijn gehaald dienen te worden. De metingen aangeduid met m0 zijn verantwoordelijk voor het bepalen van de voortgang. Deze voortgang (de auto is in opslag of de auto staat gereed voor vertrek) wordt teruggekoppeld naar de 'behandel' functie.



Figuur 3.5: Opslaan en bewerken

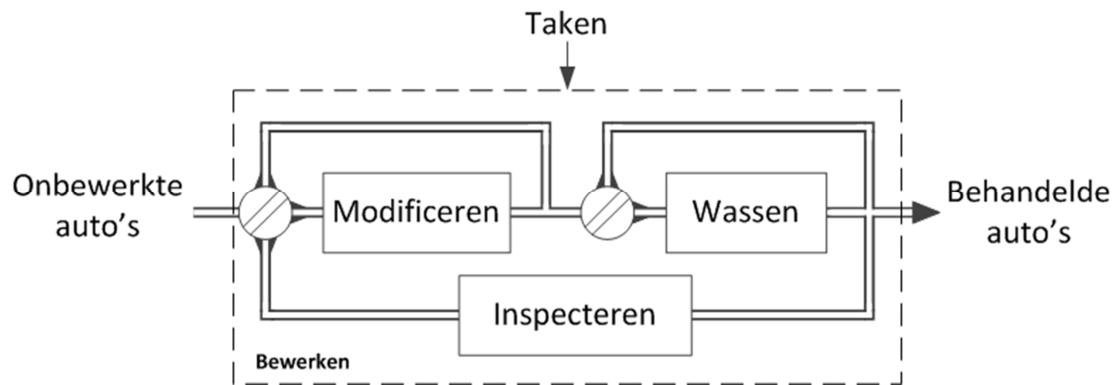
De functie 'transporteren naar AFL', die verantwoordelijk is voor het vervoer van de auto's naar het aflevervak, heeft ook een regelkring nodig. De locatie van de auto's wordt bepaald aan de hand van



16

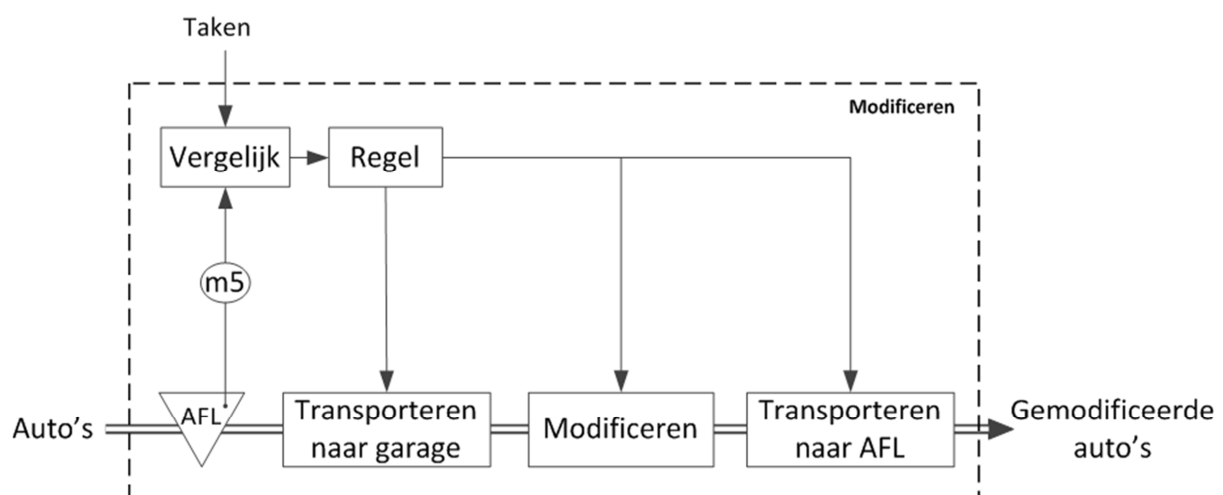


Zoals eerder gezegd is er de mogelijkheid dat auto's één of meerdere bewerkingen ondergaan. In de huidige analyse zijn drie bewerkingen opgenomen, namelijk; modificeren, wassen en inspecteren. In het model in Figuur 3.7 is te zien dat het inspecteren parallel is opgenomen aan de andere twee functies, aangezien het inspecteren niet wordt gecombineerd met de andere functies. Het is wel mogelijk dat een auto wordt gemodificeerd én gewassen. De kleppen in het model worden aangestuurd door de taken die uit de planning voortkomen.



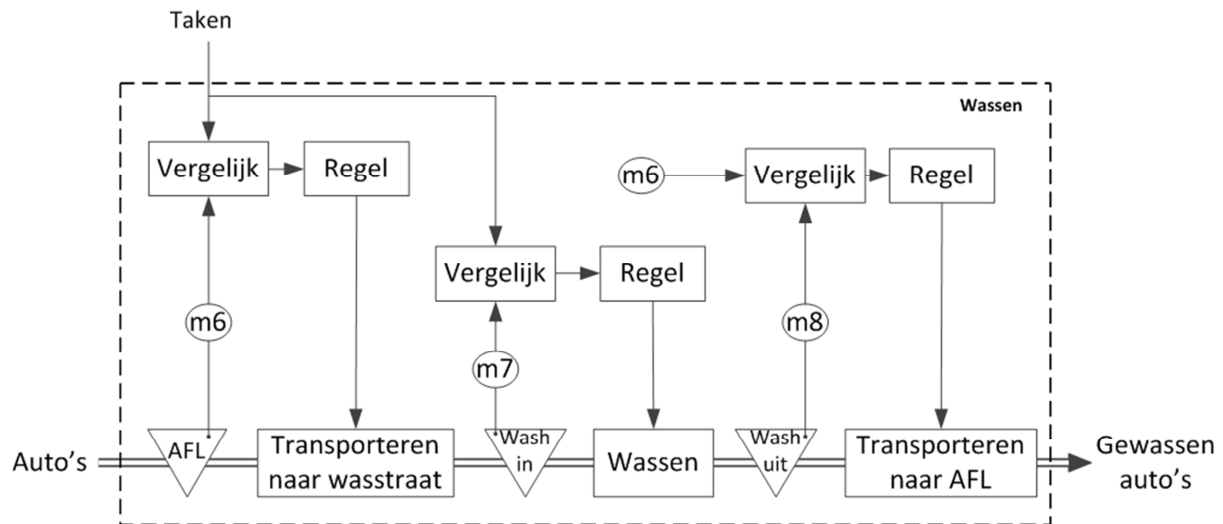
Figuur 3.7: Bewerken

Om de bewerkende functies nader toe te lichten zal op iedere functie afzonderlijk nog eens worden ingezoomd. In Figuur 3.8 is het model van de functie 'modifieren' te zien. Op basis van de taken die binnen komen worden de bijbehorende auto's op het aflevervak gezocht (m5). De betreffende auto wordt vanaf het aflevervak (verdeelvak) naar de garage gereden. De gewenste modificatie wordt uitgevoerd en vervolgens wordt de auto weer terug gereden naar het aflevervak.



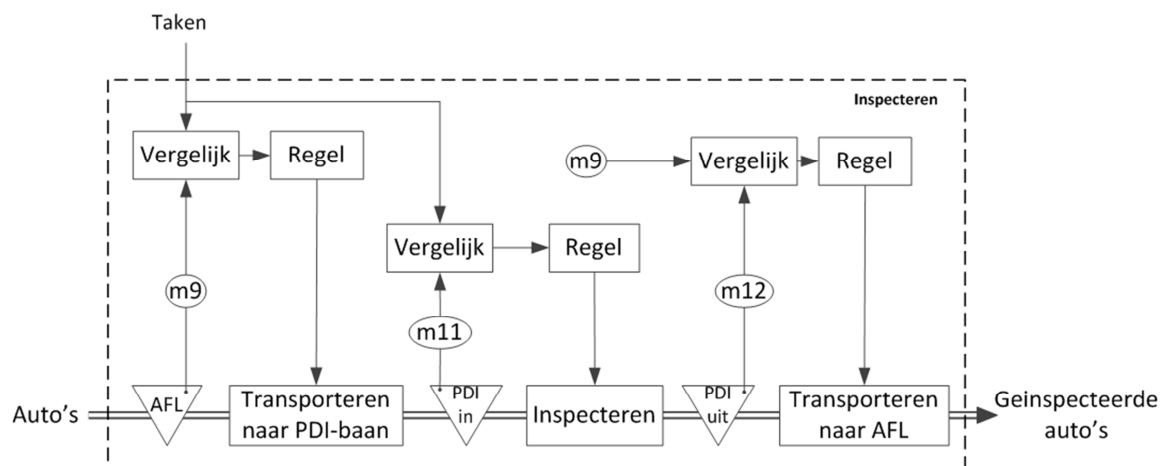
Figuur 3.8: Modifieren

Zoals te zien is in Figuur 3.9 zijn in het model voor de functie 'wassen' voor en na de wasstraat nog twee extra buffers. Hierdoor is het mogelijk dat een aparte groep medewerkers verantwoordelijk is voor het aan- en afvoeren van de auto's terwijl een andere groep zich beperkt tot het wassen zelf. Ook in dit model worden op basis van de taken die binnen komen de bijbehorende auto's op het aflevervak gezocht (m6). Deze auto's worden naar de buffer voor de wasstraat (wash in) gereden. Op basis van de taak die aan de auto in de buffer (m7) is gekoppeld worden de auto's gewassen en eventueel geïnspecteerd op schade. Wanneer dit is afgerond worden de auto's weer in een buffer geplaatst (wash uit). Voor de auto's in deze buffer (m8) wordt bepaald wat de oude locatie (m6) op het aflevervak was. Vervolgens worden de gewassen auto's terug gereden naar deze locatie.



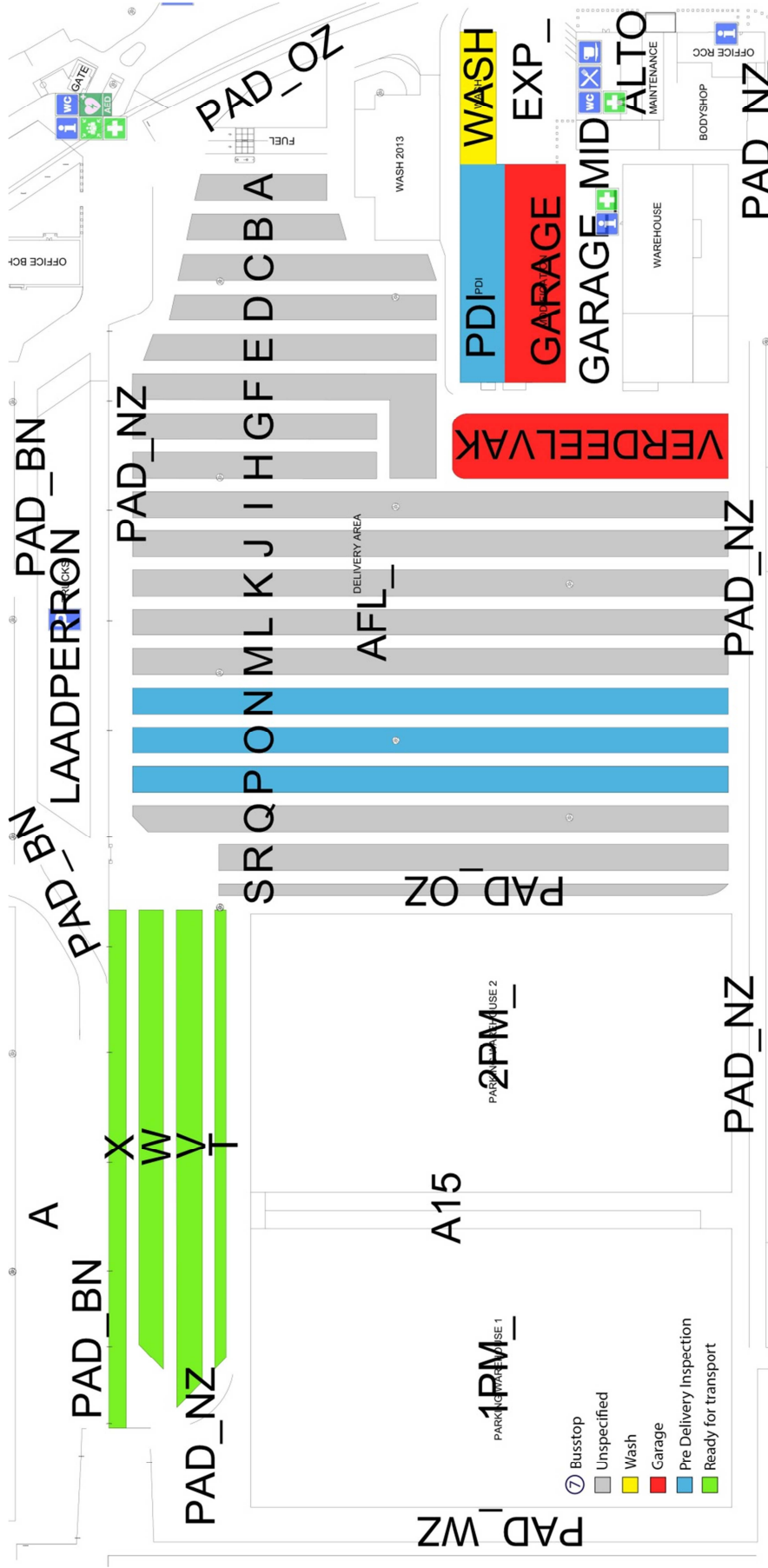
Figuur 3.9: Wassen

Uit Figuur 3.10 valt duidelijk op te maken dat de functionele inrichting van het inspecteren op dit aggregatieniveau overeenkomt met dat van het wassen. In de praktijk zijn er echter toch wat verschillen, deze worden duidelijker bij de beschrijving van de processen in paragraaf 4.3.



Figuur 3.10: Inspecteren

Bij de opdrachtomschrijving wordt gesproken over 'het gebruik van het afleervak'. Uit de tot nu toe getoonde modellen is wel af te leiden wanneer auto's op het afleervak worden geplaatst. Het is echter niet duidelijk hoe de locatie van de auto's op het afleervak wordt bepaald. Dit zal nader worden uitgelegd aan de hand van Figuur 3.11, waarin ieder werkstation en bijbehorende parkeervakken op het afleervak (of verdeelvak) dezelfde kleur hebben gekregen. Wanneer de buitendienst auto's vanuit het parkeermagazijn naar het afleervak rijden is de locatie dus afhankelijk van de dienst die aan de auto verricht dient te worden. Als een auto niet naar een werkstation hoeft wordt deze op één van de vakken T t/m X geplaatst (groen), in sommige gevallen zal ook vak S hiervoor gebruikt worden. Auto's die naar de modificatiewerkplaats moeten worden op het afleervak geplaatst (rood). Auto's die naar de PDI-baan moeten worden in een groep op de vakken P, O en N gezet (Groen). De overige vakken zijn voor auto's die gewassen moeten worden of al gewassen zijn. Ook andere auto's kunnen hier terecht, bijvoorbeeld als ze bij de garage zijn geweest of als ze worden verreden voor het opschonen van het afleervak. Auto's die nog naar de wasstraat moeten worden vanuit het parkeermagazijn zo dicht mogelijk bij de wasstraat geplaatst.





Figuur 3.11: Gebruik van het aflevervak

3.2 Kwantitatieve analyse

Naast die kwalitatieve structuur zijn er ook kwantitatieve gegevens nodig om als invoer voor het simulatiemodel te gebruiken. Deze gegevens zijn afgeleid uit de data met betrekking tot de maand februari van het jaar 2012. Deze aantallen zijn representatief voor de rest van het jaar. In het simulatiemodel is uitgegaan van werkdagen van 8 uur. Voor de gegevens die niet uit de historische data af te leiden waren zijn een aantal metingen uitgevoerd.

3.2.1 Afroep

In de maand februari hebben 10.824 auto's naar aanleiding van een afroep de Rotterdam Car Terminal verlaten. Wanneer wordt uitgegaan van 22 werkdagen in deze maand betekent dit dat er gemiddeld zo'n 492 auto's per werkdag werden afgeroepen. Op basis van een achturige werkdag zijn dit gemiddeld 61,5 auto's per uur. De exacte spreiding van de binnenkomst van de afroepen is niet bekend. Om een willekeurige spreiding te creëren is er in de simulatie van de huidige situatie vanuit gegaan dat er per kwartier gemiddeld 15,5 auto (met een standaard afwijking van 3 auto's) worden afgeroepen. Aangezien de afgeroepen auto's pas en dag later in behandeling worden genomen heeft het exacte moment van afroepen in dit geval geen grote invloed op de verdere behandeling.

Afroep (Februari 2012)	
Aantal per maand	10824
Werkdagen	22
Aantal per dag	492
Uren	8
Aantal per uur	61,5
Aantal per kwartier	15,4

Tabel 3.1: Afroep aantallen

3.2.2 Transport binnen de RCT

Voor het transport van de auto's vanaf het parkeermagazijn naar het aflevervak wordt een groep chauffeurs in een pendelbusje naar het parkeermagazijn gereden. In een busje is ruimte voor 8 chauffeurs en de chauffeur van het busje zelf. Voor het transport van auto's op de terminal zijn duidelijke afspraken. De maximum snelheid op de terminal is 30 km/h. Op basis van een aantal experimenten is in het simulatie model is uitgegaan van een gemiddelde snelheid van de gemotoriseerde voertuigen van 25 km/h. Hierbij is de gemiddelde loopsnelheid van personen op het terrein is vastgesteld op 4 km/h. Daarnaast is vastgesteld het een chauffeur gemiddeld een minuut duurt om in een nieuwe auto te stappen, in sommige gevallen is dit inclusief een aantal kleine handelingen/checks. De vastgestelde gemiddelde snelheden worden in de simulatie gebruikt voor al het vervoer op, in en tussen het aflevervak, de wasstraat, de PDI-baan en de (modificatie)garage. Aangezien er in het model geen nauwkeurige locaties worden gebruikt voor de auto's in het parkeermagazijn is het hierbij niet mogelijk om afstanden en snelheden te gebruiken om tot transporttijden te komen. Voor het vervoer van en naar het parkeermagazijn zijn dus tijden vastgesteld. Om met een auto van het parkeermagazijn naar het begin van het aflevervak te rijden is tussen de 1 en 3 minuten nodig. Om met een busje vanuit het parkeermagazijn naar een willekeurige plek op het aflevervak te rijden is tussen de 3 en 5 minuten nodig. Vanaf de beginlocatie naar het parkeermagazijn duurt tussen de 4 en 6 minuten. Voor deze tijden is in de simulatie uitgegaan van een uniforme verdeling.

3.2.3 Bewerkingen

De bewerkingen die in het simulatie model zijn opgenomen zijn het wassen, de PDI en de modificatie. Voor deze drie bewerkingen is vastgesteld hoe groot het percentage auto's is dat de bewerking onderging in de maand februari. Deze percentages zijn vervolgens gebruikt in het simulatiemodel.

Zoals te zien is in Tabel 3.2 heeft 19% van alle auto's die in februari zijn afgevoerd op verzoek van de klant een PDI ondergaan. De tijd die nodig is om een PDI uit te voeren is vastgesteld tussen de 29 en 39 minuten.

Percentage PDI	
Totaal	10824
PDI	2042
Percentage	19%

Tabel 3.2: Percentage PDI

In Tabel 3.3 is te zien dat 60% van de in februari afgevoerde auto's op verzoek van de klant een wasbeurt heeft gekregen. De tijd die nodig is om een wasbeurt uit te voeren is vastgesteld tussen de 3,4 en 5,4 minuten.

Percentage Was	
Totaal	10824
Wash	6461
Percentage	60%

Tabel 3.3: Percentage Was

Uit Tabel 3.4 is op te maken dat aan 11% van de in februari afgevoerde auto's iets is gemodificeerd. Door de uiteenlopende aard van de modificaties is het moeilijk om de procestijd te bepalen aan de hand van een (relatief korte) meetperiode. Voor de simulatie is in overleg een procestijd van tussen de 10 en 30 minuten gebruikt. In de werkelijkheid zitten hier uitschieters naar langere procestijden bij. Deze zijn in dit model dus achterwegen gelaten.

Percentage Modificatie	
Totaal	10824
Modificatie	1175
Percentage	11%

Tabel 3.4: Percentage Modificatie

3.2.4 Personeel

Het personeel op de RCT is flexibel inzetbaar en wordt afhankelijk van de planning ingedeeld in groepen. De 'wasgroep' bestaat afhankelijk van de hoeveelheid werk uit ongeveer 11 mensen. In de wasstraat zelf zijn afhankelijk van de drukte 3 tot 5 personen nodig. Voor de aan- en afvoer van auto's zijn rond de 7 personeelsleden nodig. De 'PDI-groep' bestaat uit meer subgroepen. Er zijn rond de 10 personeelsleden nodig op de PDI-baan zelf, twee personen zijn verantwoordelijk voor het vervoer tussen aflevervak en PDI-baan. Daarnaast is er nog 1 persoon om de pendelbus tussen het parkeermagazijn en het aflevervak te besturen, in dit busje rijden 2 of 3 mensen mee om de auto's van het magazijn naar het aflevervak te brengen. Het aantal monteurs is sterk afhankelijk van het aantal opdrachten. In het simulatie model is uitgegaan van 4 of 5 monteurs. De laatste groep



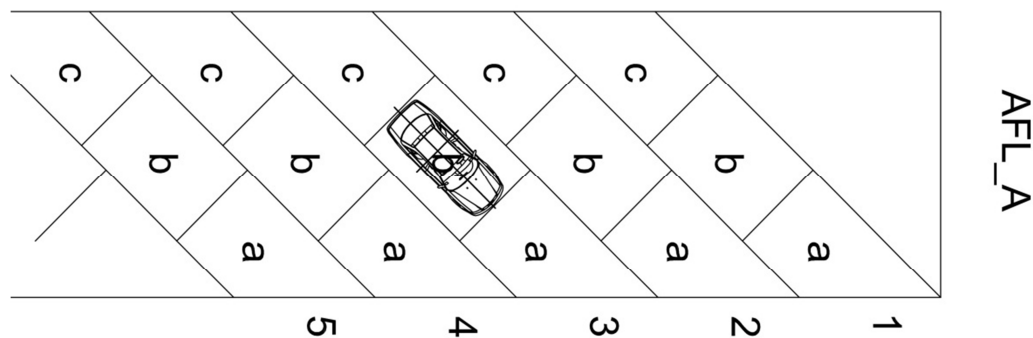
personeelsleden die in het model zijn opgenomen is de buitendienst. De buitendienst heeft meer verantwoordelijkheden dan in het model zijn opgenomen. De buitendienst is namelijk ook verantwoordelijk voor transport aan de invoer zijde. Voor het transport vanuit het magazijn naar het aflevervak zijn ongeveer twee busjes nodig. Dit zijn dus twee bestuurders van de busjes en nog 14 tot 16 chauffeurs die met het busje meerijden en de auto's verrijden.

3.2.5 Afvoer

Om het model enigszins eenvoudig te houden is slecht één vorm van afvoer in het model opgenomen. In het model worden auto's vanaf het aflevervak altijd opgehaald door vrachtwagens. De transporteurs bepalen welke auto's met welke truck mee gaan op basis van de meest ideale routes. In het model krijgen auto's een bestemming mee, mede op basis hiervan wordt bepaald door welke truck (en dus wanneer) auto's worden opgehaald. Op basis van de data uit februari 2012 is vastgesteld dat het gemiddeld ongeveer twee dagen duurt voordat een auto wordt opgehaald door de transporteur. Aangezien niet Broekman, maar de klanten zelf, contracten hebben met de transporteurs kan hier weinig invloed op worden uitgeoefend.

3.2.6 Afmeting auto's

Afhankelijk van de afmetingen van de auto's kunnen twee of drie auto's achter elkaar in een rij staan. Indien er van een bepaald type auto drie achter elkaar in een rij kunnen staan wordt gesproken van een 'kleine' auto. In de afbeelding in Figuur 3.12 is te zien hoe de locaties worden aangegeven, hierbij is uitgegaan van de maximale capaciteit van drie auto's achter elkaar. De locatie waarop de auto in de afbeelding zich bevindt wordt aangegeven met AFL_A3b. Uit de geanalyseerde data van februari is gebleken dat zo'n 30% van de auto's 'klein' is. Van de overige 70% van de auto's passen er dus maar twee auto's achter elkaar in een vak. Deze eigenschappen zijn ook opgenomen in de simulatie.



Figuur 3.12: Auto's per rij

3.2.7 Opschonen aflevervak

Het opschonen van het aflevervak vindt 's ochtends vroeg plaats, voordat alle andere werkzaamheden beginnen. Dit valt dus buiten de gesimuleerde achturige werkdag. In de simulatie is er daarom voor gekozen om dit geen tijd te laten kosten. In de werkelijkheid wordt dus iedere ochtend een kleine groepje mensen ingezet om deze handeling te verrichten.

4 Simulatie huidige situatie

De simulatie van de huidige situatie zal dienen als verificatie. Aan de hand van de uitput kan worden gecontroleerd of de simulatie een betrouwbaar beeld van de werkelijkheid geeft. Daarnaast kan worden bepaald wat de maximale doorvoer van auto's is in de huidige situatie.

4.1 Elementen

In deze paragraaf zijn alle elementen die een belangrijke rol spelen in het proces benoemd. De processen van de elementen zijn kort beschreven. De volgende element klassen beschikken over een proces:

- **CallGenerator**
De Callgenerator fungeert als klant; hij is verantwoordelijk voor de afroepen van groepen auto's en bepaald wat voor diensten moeten worden uitgevoerd.
- **Van**
Een Van is een busje dat verantwoordelijk is voor het vervoer van de chauffeurs (Drivers) tussen het parkeermagazijn en het aflevervak. Er zijn meerdere busjes actief.
- **Driver**
Een Driver is verantwoordelijk voor het vervoer van auto's van het parkeermagazijn naar het aflevervak. Dit geldt niet voor auto's die een PDI krijgen.
- **PDler**
Een PDler is verantwoordelijk voor het uitvoeren van de PDI aan een auto.
- **PDIDriver**
Een PDIDriver een chauffeur die verantwoordelijk is voor het vervoer tussen aflevervak en PDI-sstraat.
- **PDIVan**
De PDIVan is verantwoordelijk voor het vervoer van PDIVanDrivers tussen het parkeermagazijn en het aflevervak.
- **PDIVanDriver**
Een PDIVanDriver is een chauffeur die verantwoordelijk is voor het vervoer van auto's van het parkeermagazijn naar het aflevervak. Het gaat hier alleen om auto's die een PDI krijgen.
- **Washer**
Een Washer is verantwoordelijk voor het wassen (en de schade inspectie) van auto's.
- **WashDriver**
Een WashDriver verzorgt het vervoer van auto's tussen het aflevervak en de wasstraat.
- **Mechanic**
Een Mechanic voert modificaties uit aan auto's en is verantwoordelijk voor het vervoer tussen de garage en het verdeelvak.
- **Truck**
Een Truck verzorgt het vervoer vanaf het aflevervak naar het achterland.
- **AFLgenerator**
De AFLgenerator zorgt ervoor dat de simulatie niet met een leeg aflevervak begint. De AFLgenerator is in staat om het aflevervak te vullen aan de hand van een inputfile.
- **CleanAFL**



Het CleanAFL proces zorgt ervoor dat het aflevervak wordt opgeschoond. Auto's worden bij elkaar gezet om lege ruimtes te creëren waar groepen auto's bij elkaar kunnen worden gezet voor verdere behandeling.

- **PlanTasks**

De PlanTasks functie zorgt voor het inplannen van taken. Een auto die op dag 1 wordt afgeroepen wordt (indien mogelijk) ingepland voor vervoer naar het aflevervak op dag 2. Een eventuele modificatie zou op dag 3 worden ingepland, enz.

Daarnaast zijn er ook nog de volgende elementen zonder proces:

- Car
- Call
- CallQ
- PDICallQ
- AFLCarQ
- RFTQueue
- MoveFromWashQ
- MoveFromPDIQ
- Verdeelvak
- WashQueue
- PDIQueue
- CallTomorrowQ
- PDICallTomorrowQ
- WashTomorrowQ
- PDITomorrowQ
- GarageTomorrowQ
- MoveToPDIQ
- MoveToWashQ
- MoveToGarageQ
- InWashQ
- InPDIQ
- InGarageQ
- WashDriverQ
- TruckQ
- TruckWaitingQ
- DestinationQ

De hierboven benoemde elementen vormen ook een groot onderdeel van de andere concepten.

4.2 Attributen

In deze paragraaf is een overzicht gegeven van de attributen die tot de verschillende klassen behoren. Deze zullen worden gebruikt in de volgende paragraaf.

- **Car**
 - Location = Value
 - Destination = Value
 - Length = Value
 - RFT = Boolean
 - Wash = Boolean
 - PDI = Boolean
 - Garage = Boolean
- **Call**
 - MyCarQ = Queue
- **CallGenerator**
 - CallOffSize = Distribution
 - CallOffInterval = Distribution
 - *Process*
- **Van**
 - MyCarQ = Queue
 - MyDriverQ = Queue
 - Location = Value
 - *Process*
- **Driver**
 - Location = Value
 - *Process*
- **PDler**
 - PDI_Time = Distribution
 - *Process*
- **PDIDriver**
 - Location = Value
 - *Process*
- **PDIVan**
 - MyCarQ = Queue
 - MyDriverQ = Queue
 - Location = Value
 - *Process*
- **PDIVanDriver**
 - Location = Value
 - *Process*
- **Washer**
 - Wash_Time = Distribution
 - *Process*



- **WashDriver**
 - Location = Value
 - *Process*
- **Mechanic**
 - Garage_Time = Distribution
 - Location = Value
 - *Process*
- **Truck**
 - MyCarQ = Queue
 - *Process*
- **AFLgenerator**
 - *Process*
- **CleanAFL**
 - *Process*
- **PlanTasks**
 - BufferSize = Value
 - *Process*

4.3 Processen

In deze paragraaf zijn de processen uitgeschreven in een beknopte PDL. Op basis hiervan is het model geverifieerd en geprogrammeerd.

CallGenerator

Create new Call with CarQ

Determine tasks

For CallOffSize repeat:

 Create new Car

 Add tasks to car

 Add length to car

 Put new car in Calls CarQ

If Call.PDI is true put Call in PDICallTomorrowQ else

put Call in CallTomorrowQ

Hold CallOffInterval

Van

Wait for Call in CallQ

Wait until all drivers are in Van

Select Call that needs to be handled

Put cars in MyCarQ

If car has no tasks look for free spots on AFL in row X down to S, else

 If car has to be modified look for free spots on verdeelvak, else

 look for free spots elsewhere (not row P, O and N)

Assign free spots to cars

Repeat until Call is handled:

 Drive to PM

 Unload Drivers needed (resume)

 Drive to AFL

 Wait until all Drivers are in Van

Driver

If Location is AFL:

Get in Van

If Van is full and still has cars in CarQ; resume Van

Wait in Van

If Location is PM:

Get car from Vans CarQ to drive to AFL

Drive Car to AFL

Put Car in AFL

If needed put Car in Wash/Garage TomorrowQ

Walk back to Van



PDler

Wait for task

When starting up:

- Select car from MovetoPDIQ to PDI
- Walk to AFL to get car
- Get car from AFL
- Drive Car to PDI

Else:

- Select car from PDIQueue

PDI Car

Put car in MoveFromPDIQ

PDI Driver

If no cars need to be moved; wait

When starting up:

- Select car from MovetoPDIQ
- Walk to AFL to get car
- Drive car to PDI
- Put car in PDIQ

If location is AFL:

- If there is no car left in MovetoPDIQ; walk back to PDI.

Else:

- Select car from MovetoPDIQ
- Walk to Car
- Drive car to PDI
- Put car in PDIQ
- Walk to end of PDI

If location is PDI:

- If there is no car in MoveFromPDIQ; wait.
- Select car from MoveFromPDIQ to drive to AFL
- Drive Car to AFL
- Put car in AFL

PDI Van

Wait for Call in PDI CallQ

Wait until all Drivers are in Van

Select Call that needs to be handled

Put Cars in MyCarQ

Look for free spots on AFL in row P to N

Assign free spots to cars

Repeat until Call is handled:

- Drive to PM
- Unload Drivers needed (resume)
- Drive to AFL
- Wait until all Drivers are in Van

PDIVanDriver

If Location is AFL:

Get in PDIVan

If PDIVan is full and still has cars in CarQ; resume Van

Wait in PDIVan

If Location is PM:

Get car from PDIVans CarQ to drive to AFL

Drive Car to AFL

Put Car in AFL

If needed put Car in Garage/PDI TomorrowQ

Walk back to PDIVan

Washer

Wait for task

When starting up:

- Select car from MovetoWashQ to Wash

- Walk to AFL to get car

- Get car from AFL

- Drive Car to Wash

Else:

- Select car from WashQueue

- Resume WashDriver

Wash Car

Put car in MoveFromWashQ

WashDriver

If no cars need to be moved; wait

When starting up:

- Select car from MovetoWashQ

- Walk to AFL to get car

- Drive car to Wash

- Put car in WashQ

- Wait

- Walk to end of Wash

If location is AFL:

- If there is no car left in MovetoWashQ; walk back to Wash.

- Else:

- Select car from MovetoWashQ

- Walk to Car

- Drive car to Wash

- Put car in WashQ

- Wait

- Walk to end of Wash



If location is Wash:

- If there is no car in MoveFromWashQ; wait.
- Select car from MoveFromWashQ to drive to AFL
- Drive Car to AFL
- Put car in AFL

Mechanic

If no cars need to be modified; wait

When starting up:

- Select car from MovetoGarageQ
- Walk to Verdeelvak to get car
- Drive Car to Garage

If location is AFL:

- If there is no car left in MovetoGarageQ; walk back to Garage.
- Else:
- Select car from MovetoGarageQ
- Walk to Car
- Drive Car to Garage
- Modify Car

If location is Garage:

- Look for free spot on AFL
- Assign free spot to cars
- Drive Car to AFL
- Put car in AFL
- If Car.PDI is true put car in PDITomorrowQ
- If Car.Wash is true put car in WashTomorrowQ

Truck

If there is enough space; enter terminal, else wait

Repeat until all cars are loaded:

- Select car from PickupList
- Walk to car
- Get car from AFL
- Drive car to truck
- Put car in MyCarQ
- Secure car on truck

Leave terminal with cars

If there is a waiting truck: resume waiting truck

AFLgenerator

Select inputfile

For every car repeat:

- Read line

- Create Car and assign properties

- Put car on appropriate location on AFL

- If Car.Garage is true; put car in MoveToGarageQ

- If Car.PDI is true; put car in MoveToPDIQ

- If Car.Wash is true; put car in MoveToWashQ

CleanAFL

For every row repeat:

- Count the number of free spots in row X

- Count the number of cars in Row X + 1

- If possible put cars together in Row X

Wait one day

PlanTasks

Wait Buffersize (1 day)

Put calls from CallTomorrowQ in CallQ

Put calls from PDICallTomorrowQ in PDICallQ

Put cars from WashTomorrowQ in MoveToWashQ

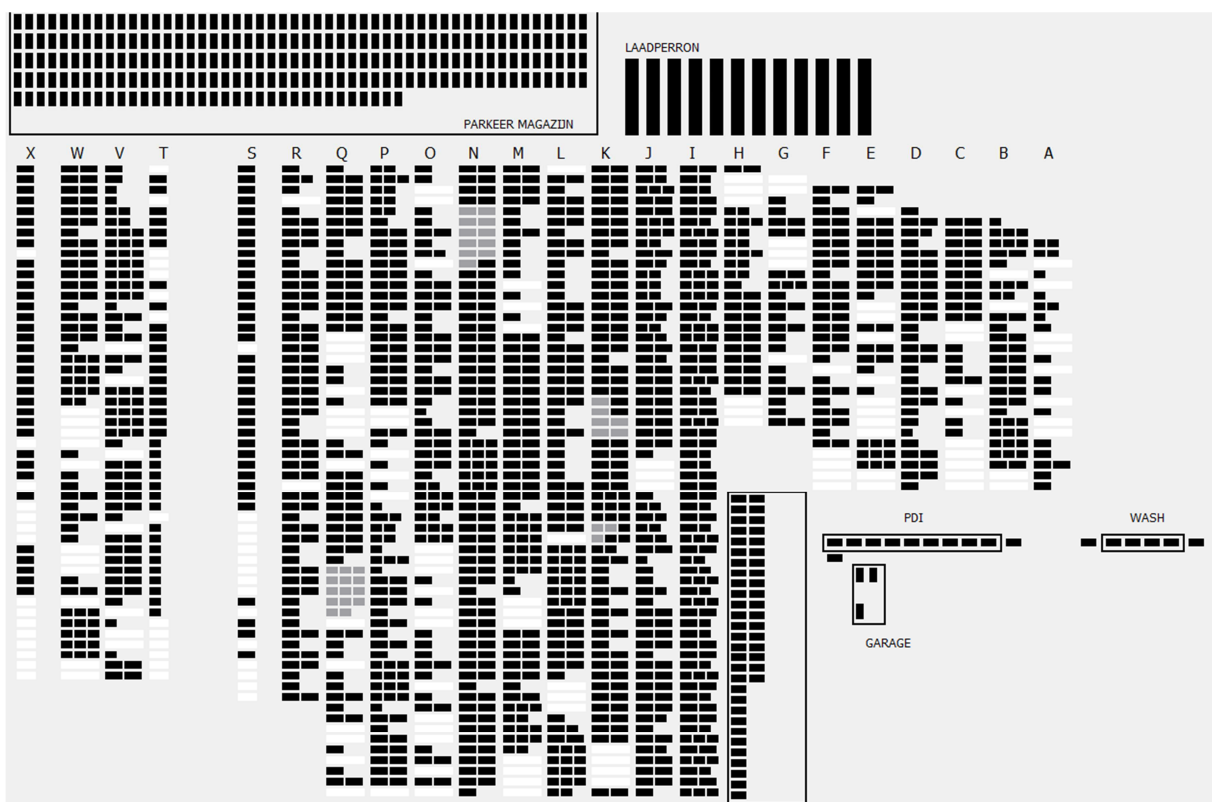
Put cars from PDITomorrowQ in MoveToPDIQ

Put cars from GarageTomorrowQ in MoveToGarageQ



4.4 Uitvoer

Om de uitvoer van het model te visualiseren is ervoor gekozen om het aflevervak, de wasstraat, de PDI-baan, de garage en de buffers hieromheen te animeren. Een momentopname van het resultaat hiervan is te zien in Figuur 4.1. De auto's in het parkeermagazijn geven een indruk van het aantal auto's dat is afgeroepen. Op het laadperron bevinden zich de vrachtwagens die bezig zijn met het ophalen en laden van auto's. Om het model iets compacter te maken zijn die rijen T, V, W en X een kwartslag gedraaid ten opzichte van de werkelijkheid. De zwarte blokjes in de rijen van het aflevervak representeren de auto's, de witte plekken zijn vrije plaatsen op het aflevervak en de grijze plekken duiden aan waar in de nabije toekomst auto's komen te staan. Deze auto's zijn onderweg of zijn bijvoorbeeld in behandeling in de wasstraat. Bij de PDI-baan en de wasstraat is duidelijk te zien hoeveel auto's er in behandeling zijn en hoeveel auto's in zowel de invoer als uitvoer buffer staan. Op het aflevervak is ook onderscheid gemaakt tussen grote en kleine auto's, zoals eerder vermeld kan op basis hiervan worden bepaald of er twee of drie auto's achter elkaar in een rij passen.



Figuur 4.1: Animatie aflevervak

Naast deze visuele vorm van uitvoer worden gedurende de simulatie ook gegevens naar een uitvoerbestand geschreven. Hierin wordt voor iedere auto opgenomen wanneer welke stap in het proces wordt doorlopen. Daarnaast wordt voor elk werkstation nog apart bijgehouden hoeveel werk er per dag (of shift) wordt verzet. Ook wordt de gemiddelde bezetting van iedere personeelsgroep opgenomen in een bestand. Op basis van deze informatie kan het model worden gevalideerd en kunnen in een later stadium adviezen worden geformuleerd.

4.5 Valideren

In de kwantitatieve analyse in paragraaf 3.2 is een groot gedeelte van de input voor de simulatie van de huidige situatie vastgesteld. Deze input is samengevat in Tabel 4.1, de simulatietijd is vastgesteld op 260 werkdagen (1 jaar). De data met betrekking tot de transporttijden (driving), de taken (tasks) en het overige (Other) zal ook als input dienen voor alle volgende simulaties. Alleen de BufferSize is hier een uitzondering op.

Call Off		Tasks	
CallOffMean	15.50 Cars	PDI	19 %
CallOffSigma	3.00 Cars	Wash	60 %
CallOffInter	0.25 Hour	Garage (Modify)	10 %
Car Small	30 %	PDI Time	29 - 39 min
Driving		Wash Time	3,4 - 5,4 min
PM to AFL	1 - 2 min	Garage Time	10 - 30 min
AFL to PM (Van)	3 - 5 min	Other	
Begin to PM	4 - 6 min	BufferSize	1 day
Driving Speed	25 km/h	Destinations	150
Walking Speed	4 km/h	Average Truck arrival	2,0 day
Time to get in Car	1 min	Simulation time	260 day

Tabel 4.1: Input validatie huidige situatie

Het valideren van het model is een iteratief proces op basis van de eerder beschreven uitvoer. De exacte bezetting van het personeel was bij aanvang nog niet vastgesteld. Tijdens het iteratieve proces is bepaald hoeveel personeel er in het model ingezet dient te worden om de doorlooptijden en aantallen te realiseren die in februari 2012 zijn gemeten. In Tabel 4.2 zijn de doorlooptijden weergegeven, in Tabel 4.3 is te zien welke personeelsbezetting noodzakelijk is om tot de doorlooptijden te komen die zijn gemeten in februari 2012. Zoals uit de eerstgenoemde tabel is op te maken komt de gemiddelde tijd tussen een afroep en de wasstraat in het simulatiemodel overeen met de werkelijkheid. De tijd tussen een afroep en het bereiken van de PDI-baan valt in het model iets lager uit. Dit is te verklaren doordat er in het model 3 personeelsleden zijn ingezet als PDIVanDriver, terwijl er in de praktijk soms slechts 2 personeelsleden worden ingezet. De totale tijd tussen een afroep en het verlaten van de terminal valt ook iets lager uit in het model. Dit is te verklaren, doordat een aantal kleine bewerkingen (en bewerkingen die slechts incidenteel voorkomen) zijn verwaarloosd in het simulatiemodel. De tijd die een auto na gereed melding moet wachten om te worden opgehaald komt overeen met februari 2012.

Doorlooptijden [Dagen]	Februari 2012	Model
Gemiddelde tijd tussen Call Off en Wash	2,66	2,62
Gemiddelde tijd tussen Call Off en PDI	2,69	2,50
Gemiddelde tijd tussen Call Off en VLT	4,87	4,43
Gemiddelde wachttijd voor truck (VLT-RFT)	2,03	2,06

Tabel 4.2: Doorlooptijden

De aantallen personeelsleden die ingezet dienen te worden om dit realiseren komen overeen met de in paragraaf 3.2.4 besproken aantallen personeelsleden die we in de praktijk zien. Hierdoor kunnen we concluderen dat de simulatie een betrouwbaar beeld geeft van de werkelijkheid.



Staff	Number	Occupation
Washers	4	0,67
PDlers	9	0,73
Mechanics	4	0,68
Drivers	14	0,89
VanDrivers	2	0,89
PDIVanDrivers	3	0,77
PDIVanDriver	1	0,77
PDIDriver	2	0,65
WashDriver	6	0,73

Tabel 4.3: Bezetting personeel

Zoals te zien is ligt de gemiddelde bezettingsgraad van het personeel in de simulatie rond de 70%. Dit komt voort uit het feit dat het personeel in de praktijk flexibel inzetbaar is. In de simulatie gaan we uit van vaste personeelsaantallen. Dit betekent dus dat er soms geen werk is en personeel niets te doen heeft. Dezelfde werkwijze zal worden gehanteerd in komende simulaties. De bezettingsgraad van de buitendienst (drivers en vandrivers) lijkt met 89% erg hoog ten opzichte van de rest, maar dit wordt veroorzaakt door de definitie van de bezettingsgraad. De buitendienst wordt namelijk pas passief als alle afroepen voor die dag (of shift) zijn behandeld. Het verhogen van het aantal Drivers heeft in deze situatie dan ook nauwelijks invloed op de doorlooptijden. Dit geeft aan dat er voldoende aanwezig zijn om het werk te verrichten.

4.6 Maximalisatie

Eerder is gesteld dat het doel van het onderzoek is om nieuwe concepten te bedenken en te testen om op basis hiervan advies te kunnen uitbrengen met betrekking tot het verhogen van de totale doorvoer van auto's. Nu het model is gevalideerd kan worden bepaald wat de maximaal te realiseren doorvoer is met de huidige manier van werken. Dit kan in een later stadium worden vergeleken met de uitkomst van andere concepten. Om de maximale doorvoer te bepalen is het gemiddeld aantal afgeroepen auto's per uur verhoogd naar 80, daarnaast is ervoor gezorgd dat het aantal personeelsleden voldoende is om dit te kunnen verwerken. De overige input is gelijk gehouden. Uit de resultaten van deze simulatie blijkt dat er zo'n 64 auto's per uur worden verwerkt. De gemiddelde doorlooptijden zijn extreem lang (zie Tabel 4.4), terwijl de gemiddelde bezettingsgraad van alle personeelsgroepen heel laag ligt. Het feit dat de doorlooptijden zo lang zijn is dus niet te wijten aan een tekort aan personeel, maar komt voort uit een gebrek aan ruimte en de manier waarop met het aflevervak wordt omgegaan.

Call Off		
CallOffMean [Cars]		20,00
CallOffSigma [Cars]		3,00
CallOffInter [Hour]		0,25
Staff	Number	Occupation
Washers	5	0,56
PDlars	11	0,69
Mechanics	6	0,54
Drivers	16	0,46
VanDrivers	2	0,46
PDIVanDriver:	3	0,47
PDIVanDriver	1	0,47
PDIDriver	3	0,50
WashDriver	8	0,59
Total	55	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash		24,4
Call Off to PDI		16,1
Call Off to Garage		14,0
Call Off to VLT		24,6
RFT to VLT		1,94
Handled cars per hour		64
Occupancy AFL		0,70

Tabel 4.4: Input en resultaten maximalisatie

De buitendienst zoekt op het aflevervak naar vrije stukken rij om een groep auto's die zijn afgeroepen gezamenlijk neer te zetten. Indien dit niet beschikbaar is zal de afroep naar de volgende dag worden opgeschoven, aangezien de volgende ochtend weer grote vrije ruimtes worden gecreëerd. Zo kan het dus zo zijn dat niet alle afroepen behandeld kunnen worden terwijl de gemiddelde bezettingsgraad van het aflevervak 70% bedraagt. Een ander oorzaak van de beperkte doorvoer via het aflevervak komt voort uit de manier van plannen. Auto's worden per dag ingepland voor een bewerking. Dit zorgt ervoor dat er voor iedere bewerking een buffer ter grootte van een hele dag werk op het aflevervak aanwezig is.



4.7 Conclusie

Uit de voorgaande paragraaf komen een aantal oorzaken naar voren die direct of indirect voor de beperkte doorvoer van auto's via het aflevervak zorgen. Deze oorzaken kunnen worden opgedeeld in de volgende drie hoofdoorzaken:

1. Auto's dienen in groepen op het aflevervak geplaatst te worden voor verdere behandeling, terwijl de auto's vanaf willekeurige plekken worden weggehaald door de transporteurs.
2. Voor iedere bewerking bevinden zich buffers (ter grootte van een werkdag) op het aflevervak.
3. Auto's wachten gemiddeld ongeveer twee dagen op verder vervoer.

In de huidige situatie wordt oorzaak 1 gecompenseerd door het eenmaal daags opschonen van het aflevervak. Uit de voorgaande paragraaf is echter gebleken dat dit niet meer voldoet wanneer we de doorvoer willen verhogen. Met betrekking tot probleem 2 kunnen we zeggen dat de buffers in de praktijk soms al worden verkleind om meer ruimte over te houden op het aflevervak. Hier zal in het volgende hoofdstuk meer aandacht worden geschonken. Zoals eerder gezegd kan geen invloed worden uitgeoefend op de transporteurs, oorzaak 3 is dus niet te verhelpen.

5 Concepten

Op basis van de analyse van de huidige situatie en de in het vorige hoofdstuk beschreven hoofdoorzaken voor de beperkte doorvoer via het aflevervak zijn drie concepten bedacht. In dit hoofdstuk zullen deze drie concepten worden beschreven en zal aan de hand van simulatie worden getest wat de resultaten van ieder concept zijn.

5.1 Concept 1

Concept 1 is een licht aangepaste versie van de huidige situatie. Bijna alle processen blijven dan ook ongewijzigd. Om de bezetting van het aflevervak te verminderen worden in dit concept de buffers op het aflevervak verkleind. Daarnaast wordt gekeken wat het resultaat is als het opschonen van het aflevervak vaker dan een maal per dag gebeurt.

5.1.1 Proces

Zoals gezegd heeft de aanpassing weinig effect op de processen. Alleen het PlanTasks proces en het CleanAFL proces dienen enigszins aan te worden gepast. De buffers op het aflevervak (Wash, PDI en Garage) worden verkleind door de planning aan te passen. Een auto die op dagdeel 1 op het aflevervak wordt geplaatst kan in dagdeel 2 in behandeling genomen worden. Het aantal dagdelen hangt af van de gewenste buffergrootte. Een afroep op dag 1 wordt nog steeds pas op dag 2 in behandeling genomen, dit heeft tenslotte geen directe invloed op de bezetting van het aflevervak. De PlanTasks functie ziet er nu als volgt uit:

PlanTasks

```
If it is first shift of the day;
    Put calls from CallTomorrowQ in CallQ
    Put calls from PDICallTomorrowQ in PDICallQ
    Put cars from WashTomorrowQ in MoveToWashQ
    Put cars from PDITomorrowQ in MoveToPDIQ
    Put cars from GarageTomorrowQ in MoveToGarageQ
    Hold Buffersize
```

Er is getest met buffergroottes van 0,5 en 0,25 dag. Hier is voor gekozen in verband met het in de praktijk inplannen van het personeel. Zoals gezegd is het personeel flexibel inzetbaar. Eén persoon kan nu bijvoorbeeld het eerste dagdeel (voor de lunch) auto's aanrijden voor de wasstraat en het tweede dagdeel (na de lunch) auto's aanrijden voor de PDI-baan. Hetzelfde kan worden gedaan in blokken van 2 uur. Bij nog kleinere buffers wordt het inplannen van het personeel erg lastig, dit is dus niet meegenomen als een optie in de simulatie.

Daarnaast is ook het Clean AFL aangepast om meer bruikbare ruimte op het aflevervak te creëren. In plaats van alleen 's ochtends vroeg wordt het aflevervak nu ook tijdens de lunch opgeschoond. De functie ziet er dan als volgt uit:

CleanAFL

```
For every row repeat:
    Count the number of free spots in row X
    Count the number of cars in Row X + 1
    If possible put cars together in Row X
    Wait 0,5 day
```



5.1.2 Resultaten

Allereerst is getest met alleen het verkleinen van de buffers. Om ook daadwerkelijk een hogere doorvoer te realiseren is het aantal personeelsleden per afdeling indien nodig bijgesteld. Hierbij is duidelijk geworden dat de bezettingsgraad van een personeelsgroep van rond de 80% een wenselijk beeld geeft. Bij de inzet van meer personeel worden maar weinig extra auto's verwerkt en bij de inzet van minder personeel lopen de doorlooptijden al snel hoog op. De input en resultaten van de simulatie met een buffer van een halve dag werk zijn te zien in Tabel 5.1. Wanneer we deze resultaten vergelijken met de resultaten in paragraaf 4.6, waarin het maximale uit de huidige situatie gehaald werd, zien we dat het totale aantal behandelde auto's is toegenomen van gemiddeld 64 per uur naar een gemiddelde van 70 per uur. Voor een representatieve vergelijking van de doorlooptijden kunnen we kijken naar de resultaten van de validatie. Hierbij valt op dat de doorlooptijden zijn afgenomen. Dit was te verwachten aangezien de buffers zijn verkleind. Om de verhoogde doorvoer te realiseren is bij sommige groepen wel de inzet van extra personeel vereist. Dit is niet verassend aangezien er niets is veranderd aan de processen van de verschillende personeelsgroepen.

Call Off		
CallOffMean [Cars]	18,00	
CallOffSigma [Cars]	3,00	
CallOffInter [Hour]	0,25	
Staff	Number	Occupation
Washers	4	0,78
PDlars	10	0,77
Mechanics	4	0,79
Drivers	16	0,91
VanDrivers	2	0,91
PDIVanDrivers	3	0,82
PDIVanDriver	1	0,82
PDIDriver	2	0,76
WashDriver	8	0,79
Total	50	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash	2,00	
Call Off to PDI	2,16	
Call Off to Garage	2,20	
Call Off to VLT	3,94	
RFT to VLT	1,98	
Handled cars per hour	70	
Occupancy AFL	0,65	

Tabel 5.1: Input en resultaten, buffer 0.5 dag

Call Off		
CallOffMean [Cars]	19,00	
CallOffSigma [Cars]	3,00	
CallOffInter [Hour]	0,25	
Staff	Number	Occupation
Washers	4	0,83
PDlars	10	0,81
Mechanics	4	0,84
Drivers	16	0,90
VanDrivers	2	0,90
PDIVanDrivers	3	0,82
PDIVanDriver	1	0,82
PDIDriver	2	0,81
WashDriver	8	0,84
Total	50	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash	1,63	
Call Off to PDI	1,86	
Call Off to Garage	2,25	
Call Off to VLT	3,61	
RFT to VLT	1,96	
Handled cars per hour	74	
Occupancy AFL	0,63	

Tabel 5.2: Input en resultaten, buffer 0,25 dag

In Tabel 5.2 zijn de input en de resultaten te zien van de simulatie met een buffer van een kwart dag werk. Door de extra ruimte die vrij komt op het aflevervak kan de doorvoer nog verder worden opgehoogd. Dit resulteert in een gemiddeld aantal behandelde auto's van 74 per uur. Om deze verhoogde doorvoer te realiseren is de bezettingsgraad van het personeel toegenomen. Voor de PDI en het wassen heeft dit niet direct een negatief gevolg op de doorlooptijd. Deze zijn korter doordat de buffer nog kleiner is geworden. Bij de garage heeft dit echter wel een negatief resultaat op de

doorlooptijd. Dit wordt mede veroorzaakt door het relatief piekerige aanbod van auto's die aangepast moeten worden in de garage. Om deze verhoogde doorlooptijd te voorkomen zou ervoor kunnen worden gekozen om op drukke momenten een extra monteur in te zetten.

In de volgende simulatie is gekeken naar de invloed van het twee maal per dag opschonen van het afleervak. Hierbij is de buffergrootte in eerste instantie weer teruggezet naar een hele dag werk. De resultaten van deze simulatie zijn te zien in Tabel 5.3. Door vaker bruikbare ruimte te creëren op het afleervak is een doorvoer van 66 auto's per uur gerealiseerd, dit is meer dan in het validatie model. Daarnaast zijn de doorlooptijden afgenomen ten opzichten van het validatiemodel. Dit wordt veroorzaakt door een kleine hoeveelheid extra personeel die is ingezet om de hogere doorvoer te kunnen verwerken. Wanneer we de resultaten vergelijken met de resultaten van het verkleinen van de buffer zien we dat het resultaat in dit geval minder goed is; een lagere doorvoer met dezelfde hoeveelheid personeel. Aan de gemiddelde bezetting van het afleervak is duidelijk te zien dat er bij het verkleinen van de buffers meer ruimte op het afleervak wordt vrijgemaakt (lagere gemiddelde bezetting), terwijl er bij het vaker opschonen van het afleervak juist beter gebruik gemaakt wordt van de beschikbare plekken. Dit laatste resulteert in een hogere gemiddelde bezetting. De verwachting is dan ook dat deze twee methoden goed met elkaar kunnen worden gecombineerd. Dit is in de volgende simulatie getest.

Call Off		
CallOffMean [Cars]	17,00	
CallOffSigma [Cars]	3,00	
CallOffInter [Hour]	0,25	
Staff	Number	Occupation
Washers	4	0,74
PDlers	10	0,72
Mechanics	4	0,75
Drivers	16	0,85
VanDrivers	2	0,85
PDIVanDrivers	3	0,76
PDIVanDriver	1	0,76
PDIDriver	2	0,72
WashDriver	8	0,74
Total	50	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash	2,48	
Call Off to PDI	2,33	
Call Off to Garage	2,35	
Call Off to VLT	4,21	
RFT to VLT	1,98	
Handled cars per hour	66	
Occupancy AFL	0,72	

Tabel 5.3: Input en resultaat, 2 keer opschonen

Call Off		
CallOffMean [Cars]	20,00	
CallOffSigma [Cars]	3,00	
CallOffInter [Hour]	0,25	
Staff	Number	Occupation
Washers	5	0,70
PDlers	11	0,77
Mechanics	5	0,71
Drivers	16	0,92
VanDrivers	2	0,92
PDIVanDrivers	3	0,84
PDIVanDriver	1	0,84
PDIDriver	2	0,86
WashDriver	8	0,74
Total	53	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash	1,93	
Call Off to PDI	2,29	
Call Off to Garage	1,85	
Call Off to VLT	3,78	
RFT to VLT	1,88	
Handled cars per hour	78	
Occupancy AFL	0,70	

Tabel 5.4: 2 keer opschonen en buffer 0,5 dag

In Tabel 5.4 is het resultaat te zien van twee keer per dag opschonen gecombineerd met buffers van 0.5 dag werk. De maximale gemiddelde doorvoer bedraagt hierbij 78 auto's per uur. Daarnaast zijn de doorlooptijden lager dan de beginsituatie. Om dit te bereiken is wel meer personeel ingezet. Dit



zijn er in totaal 53 waar er eerder maar 50 of minder werden gebruikt. Door het verkleinen van de buffer is de gemiddelde bezetting van het aflevervak afgenomen naar 70%.

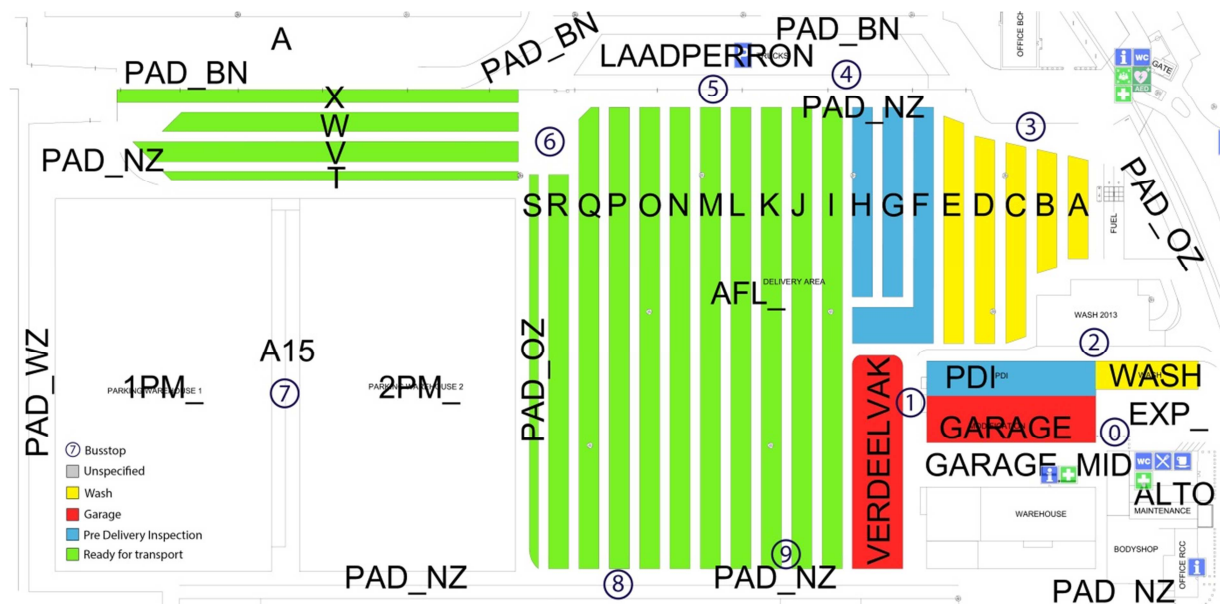
In Tabel 5.5 is het resultaat te zien van twee keer per dag opschonen gecombineerd met buffers van 0.25 dag werk. De gemiddelde doorvoer bedraagt hierbij 86 auto's per uur. Ook de doorlooptijden zijn nog steeds veel lager dan de beginsituatie. Om dit te realiseren zijn 55 personeelsleden ingezet. Daarnaast is de gemiddelde bezetting van het aflevervak nog verder afgenomen (68%).

Call Off		
CallOffMean [Cars]		22,00
CallOffSigma [Cars]		3,00
CallOffInter [Hour]		0,25
Staff	Number	Occupation
Washers	5	0,78
PDlers	11	0,85
Mechanics	5	0,78
Drivers	16	0,94
VanDrivers	2	0,94
PDIVanDrivers	3	0,88
PDIVanDriver	1	0,88
PDIDriver	3	0,64
WashDriver	9	0,80
Total	55	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash		1,81
Call Off to PDI		2,12
Call Off to Garage		1,95
Call Off to VLT		3,67
RFT to VLT		1,84
Handled cars per hour		86
Occupancy AFL		0,68

Tabel 5.5: 2 keer opschonen en buffer 0.25

5.2 Concept 2

Het uitgangsidee van het tweede concept is om de eerste twee, van de drie in paragraaf 4.7 opgesomde, hoofdoorzaken van de beperkte doorvoer te omzeilen. Om dit te bereiken is bekeken of het mogelijk is om de buffers voor de bewerkingen compleet van het aflevervak te halen en auto's indien nodig direct naar het juiste werkstation te brengen. Enkele pogingen met deze simulatie leerde al snel dat er toch buffers voor de bewerkingen nodig zullen zijn. Daarom zijn vaste locaties op het aflevervak gereserveerd als bufferzones voor de verschillende bewerkingen. De tweede hoofdoorzaak is dus niet geheel verholpen. De bufferzones zijn geïllustreerd in Figuur 5.1. De met geel aangeduide rijen A t/m E zijn gereserveerd voor auto's die gewassen dienen te worden. Het blauwe gebied is bestemd voor auto's die nog een PDI moeten ondergaan. Zoals eerder ook het geval was worden auto's die naar de garage moeten in het verdeelvak geplaatst. Op het met groen aangeduide gebied staan alleen nog maar auto's die klaar staan voor verder transport. Het transport van auto's tussen de bewerkingslocaties en het aflevervak geschiedt nog steeds op dezelfde manier. En ook aan de bewerkende processen zelf zijn geen wijzigingen doorgevoerd.



Figuur 5.1: Gebruik van aflevervak concept 2

Het is in dit concept geen probleem meer dat auto's door de transporteurs vanaf willekeurige locaties worden weggehaald vanaf het aflevervak. Dit zal namelijk altijd in het groene deel plaats vinden en hier hoeven auto's niet in groepen bij elkaar te worden gezet voor verdere behandeling op de terminal. Indien een groep auto's verder behandeld dient te worden zal de groep namelijk direct vanuit het parkeermagazijn naar het corresponderende gebied op het aflevervak worden gereden. Het aflevervak dient in dit concept dus ook niet opgeschoond te worden. Een extra handeling die hiervoor in de plaats komt is het vervoer van de behandelde auto's vanaf de (gele, rode en blauwe) bufferzones naar het (groene) aflevervak. In dit concept wordt deze handeling verricht door personeelsleden van de buitendienst (drivers). Nadat een auto vanuit het parkeermagazijn door een driver in de bufferzone is geplaatst zal hij kijken of er in deze bufferzones een auto is die naar het aflevervak of naar een andere bufferzone moet worden gebracht. Indien dit het geval is zal hij deze vanuit de bufferzone naar het aflevervak/de vereiste bufferzone verrijden. Door deze methode komen drivers van de buitendienst niet meer allemaal op dezelfde locatie uit. Om te zorgen dat drivers toch weer bij het parkeermagazijn kunnen komen rijden busjes een vaste route over het



terrein, drivers kunnen bij verschillende 'busstops' verdeeld over het terrein weer instappen. De stops zijn in Figuur 5.1 aangegeven met de getallen 1 t/m 9, stop 0 is de begin-/eindstop. Indien er langs de route (bij het parkeermagazijn of bij de bufferzones) auto's op transport wachten zullen de drivers uitstappen en de auto's naar de gewenste locatie rijden. Op deze manier kunnen de drivers flexibel worden ingezet op de locatie waar op dat moment personeel nodig is. Om de bufferzones relatief klein te houden is in de simulatie getest met buffers van 0,25 dag werk.

5.2.1 Proces

De processen die niet veranderen ten opzichte van de huidige situatie zijn: Washer, WashDriver, PDler, PDIDriver, Truck en AFLgenerator. Daarnaast vervallen de processen: CleanAFL, PDIVanDriver en PDIVan. De overige processen zijn aangepast. Hieronder zijn deze processen uitgeschreven in een beknopte PDL. Op basis hiervan is het model geprogrammeerd.

CallGenerator

Create new Call with CarQ

Determine tasks

For CallOffSize repeat:

 Create new Car

 Add tasks to car

 Add length to car

 Put new car in Calls CarQ

Put Call in CallTomorrowQ

Hold CallOffInterval

PlanTasks

If it is first shift of the day;

 Put calls from CallTomorrowQ in CallQ

 Put calls from PDICallTomorrowQ in PDICallQ

Put cars from WashTomorrowQ in MoveToWashQ

Put cars from PDITomorrowQ in MoveToPDIQ

Put cars from GarageTomorrowQ in MoveToGarageQ

Hold Buffersize

Van

If stop is 0:

 Wait for Call

 Pick up Drivers

 Drive to Stop 1

If stop is 1:

 If there are Cars in MoveFromGarageQ:

 While there is a Car in Q and Driver in Van:

 Make Driver leave Van

 While there are Drivers in Stop1Q and space left in Van:

 Make Driver enter Van

 Drive to Stop 2

If stop is 2:

 If there are Cars in FromWashtoAFLQ or in FromPDltoAFLQ:

 While there is a Car in Q and a Driver in Van:

 Make Driver leave Van

 While there are Drivers in Stop2Q and space left in Van:

 Make Driver enter Van

 Drive to Stop 3

If stop is 3:

 While there are Drivers in Stop3Q and space left in Van:

 Make Driver enter Van

 Drive to Stop 4

If stop is 4:

 While there are Drivers in Stop4Q and space left in Van:

 Make Driver enter Van

 Drive to Stop 5

If stop is 5:

 While there are Drivers in Stop5Q and space left in Van:

 Make Driver enter Van

 Drive to Stop 6

If stop is 6:

 While there are Drivers in Stop6Q and space left in Van:

 Make Driver enter Van

 If there are Calls in CallQ:

 Select Call

 While MyCarQ < Drivers in Van

 If there is space for Call in corresponding spot on AFL:

 Claim Call

 Put Cars in MyCarQ

 Else: Select next Call

 If there are Cars in MyCarQ:

 Drive to Stop 7

 Else: Drive to Stop 8

If stop is 7:

 If there are Cars in MyCarQ:

 While there is a Car in MyCarQ and a Driver in Van:

 Make Driver leave Van

 While there are Drivers in Stop7Q and space left in Van:

 Make Driver enter Van

 Drive to Stop 8

If stop is 8:

 While there are Drivers in Stop8Q and space left in Van:

 Make Driver enter Van

 Drive to Stop 9



If stop is 9:

While there are Drivers in Stop8Q and space left in Van:

Make Driver enter Van

If there is work left:

Drive to Stop 1

Else: Drive to Stop 0 and unload Drivers.

Driver

If Stop is 0:

Enter Stop0Q

Wait to be picked up by Van

If Stop is 1:

If there is a Car in MoveFromGarageQ:

Select Car

If Car needs to be Washed:

Look for location in WashBuffer

Drive Car to selected Location

If

Put Car in WashTomorrowQ

If there is a car in FromWashtoAFL or FromPDltoAFL:

Walk to Car

Look for location on AFL

Drive Car to AFL

Else: Find Close stop

Walk to this stop

Get in StopQ

Else: Look for location on AFL

Drive Car to AFL

Else: Enter Stop1Q

If Stop is 2:

If there is no car in FromWashtoAFL or FromPDltoAFL:

Enter Stop2Q

Else Select Car

Walk to Car

Look for location on AFL

Drive Car to AFL

If Stop is 7:

Select first Car in Van CarQ

If Car needs to be Modified:

Look for location on Verdeelvak

Drive Car to selected Location

Put Car in GarageTomorrowQ

Walk to Stop 2

Else: If Car needs to be Washed:

Look for location in WashBuffer

Drive Car to selected Location

Put Car in WashTomorrowQ

If there is a car in FromWashtoAFL or FromPDIttoAFL:

Walk to Car

Look for location on AFL

Drive Car to AFL

Find Close stop

Walk to this stop

Get in StopQ

Else: If Car needs a PDI:

Look for location in PDIBuffer

Drive Car to selected Location

Put Car in PDITomorrowQ

If there is a car in FromPDIttoAFL or FromWashtoAFL:

Walk to Car

Look for location on AFL

Drive Car to AFL

Find Close stop

Walk to this stop

Get in StopQ

Else: (no tasks)

Look for location in Row R, S, T, V, W and X

Drive Car to this location on AFL

Find Close stop

Walk to this stop

Get in StopQ

Mechanic

If there is a car in GarageQueue:

Select car from GarageQueue

Walk to car

Drive Car to Garage

Modify Car

Put Car in MoveFromGarageQ

Else: Wait for Car to be modified



5.2.2 Resultaten

Uit testen met dit concept blijkt dat de doorvoer kan worden opgehoogd tot 90 auto's per uur voordat er problemen met overbezetting van het afleervak (en de bufferzones) ontstaan. De resultaten van een run met maximale doorvoer en een daarop afgestemde hoeveelheid personeel zijn te zien in Tabel 5.6 en Tabel 5.7. Ondanks de toegenomen doorvoer zien we een aantal verlagingen in de personeelsaantallen per groep. Er zijn nog maar vijf WashDrivers nodig, dit komt doordat de auto's die naar de wasstraat vervoerd moeten worden in dit concept altijd heel dicht bij de wasstraat worden gezet door de buitendienst. Het aantal PDIDrivers is ook teruggebracht naar twee en zelfs dan is de gemiddelde bezettingsgraad slechts 49%. Uit de testen blijkt dat de inzet van slechts één WashDriver te weinig is. Het aantal Mechanics is verlaagd naar vier, dit komt voort uit het feit deze werknemers minder werk hebben gekregen. Het vervoer van auto's vanaf de garage wordt nu door de Drivers (buitendienst) verzorgd. Als gevolg hiervan is de doorlooptijd van afroep naar de garage 2.23 dagen. Deze doorlooptijd kan aanzienlijk worden teruggebracht door het toevoegen van een Mechanic, zoals te zien is in Tabel 5.6. De gemiddelde bezetting van de Mechanics is dan echter nog maar 65%. Met de wetenschap dat werknemers flexibel kunnen worden ingezet lijkt het dus verstandiger om gemiddeld vier Mechanics in te zetten. Om de toegenomen doorvoer op de PDI-baan te kunnen verwerken is het aantal PDlers verhoogd naar 12.

Call Off		
CallOffMean [Cars]		23,00
CallOffSigma [Cars]		3,00
CallOffInter [Hour]		0,25
Staff	Number	Occupation
Washers	5	0,81
PDlers	12	0,82
Mechanics	4	0,81
Drivers	32	0,99
VanDrivers	6	0,99
PDIDriver	2	0,49
WashDriver	5	0,80
Total	66	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash		1,25
Call Off to PDI		1,72
Call Off to Garage		2,23
Call Off to VLT		3,19
RFT to VLT		1,80
Handled cars per hour		90
Occupancy AFL		0,76

Tabel 5.6: Resultaten concept 2 met 4 Mechanics

Call Off		
CallOffMean [Cars]		23,00
CallOffSigma [Cars]		3,00
CallOffInter [Hour]		0,25
Staff	Number	Occupation
Washers	5	0,81
PDlers	12	0,82
Mechanics	5	0,65
Drivers	32	0,99
VanDrivers	6	0,99
PDIDriver	2	0,50
WashDriver	5	0,80
Total	67	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash		1,23
Call Off to PDI		1,88
Call Off to Garage		1,41
Call Off to VLT		3,14
RFT to VLT		1,80
Handled cars per hour		90
Occupancy AFL		0,76

Tabel 5.7: Resultaten concept 2 met 5 Mechanics

Door de nieuwe manier van werken is de verantwoordelijkheid van een groot gedeelte van het interne transport bij de buitendienst komen te liggen om dit te kunnen verwerken is de hoeveelheid personeel sterk toegenomen. Met 32 drivers en 6 busjes die rond rijden resulteert dit in de doorlooptijden die te zien zijn in Tabel 5.6 en Tabel 5.7. De bezettingsgraad van busjes en chauffeurs (99%) kan een vertekend beeld geven. De busjes en chauffeurs zijn namelijk pas passief als er helemaal geen transport taken meer rond het afleervak. De inzet van minder personeel op deze

functie heeft echter al snel gevolgen op de gemiddelde doorlooptijden. Dit is goed te zien in Tabel 5.8 en Tabel 5.9. Wanneer er 30 chauffeurs en 5 busjes (gemiddeld 6 chauffeurs per busje) worden ingezet lopen de doorlooptijden al aanzienlijk op. Bij de inzet van 28 chauffeurs kunnen de afroepen zelfs niet meer op tijd worden beantwoord, in plaats van 90 auto's per uur worden 89 auto's per uur gehandeld. Door de relatief piekerige vraag naar PDI en modificatie nemen vooral de gemiddelde doorlooptijden bij deze functies snel toe. De inzet van gemiddeld zo'n 30 chauffeurs lijkt dus wel het minimum. Dit betekent dat er voor dit concept 63 personeelsleden ingezet dienen te worden om een doorvoer van 90 auto's per uur te realiseren.

Call Off		
CallOffMean [Cars]		23,00
CallOffSigma [Cars]		3,00
CallOffInter [Hour]		0,25
Staff	Number	Occupation
Washers	5	0,81
PDlars	12	0,81
Mechanics	4	0,81
Drivers	30	1,00
VanDrivers	5	1,00
PDIDriver	2	0,49
WashDriver	5	0,80
Total	63	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash		1,43
Call Off to PDI		2,57
Call Off to Garage		3,18
Call Off to VLT		3,55
RFT to VLT		1,80
Handled cars per hour		90
Occupancy AFL		0,75

Tabel 5.8: Resultaat met 30 Drivers

Call Off		
CallOffMean [Cars]		23,00
CallOffSigma [Cars]		3,00
CallOffInter [Hour]		0,25
Staff	Number	Occupation
Washers	5	0,80
PDlars	12	0,78
Mechanics	4	0,78
Drivers	28	1,00
VanDrivers	5	1,00
PDIDriver	2	0,46
WashDriver	5	0,80
Total	61	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash		3,16
Call Off to PDI		5,12
Call Off to Garage		7,81
Call Off to VLT		5,67
RFT to VLT		1,82
Handled cars per hour		89
Occupancy AFL		0,74

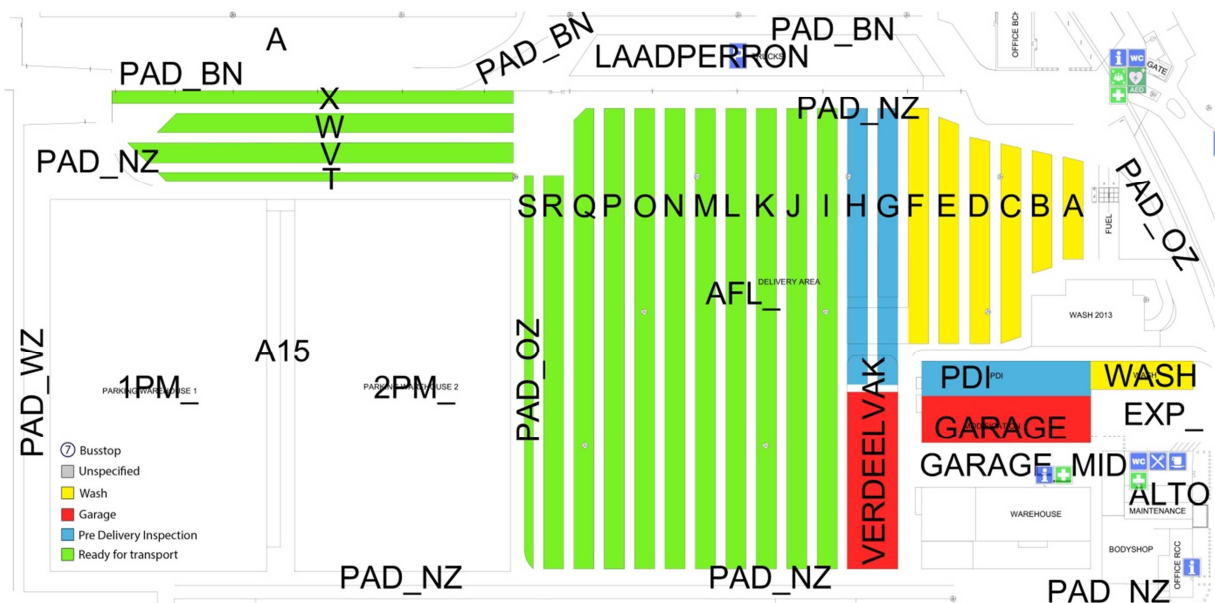
Tabel 5.9: Resultaat met 28 Drivers

Het hoge aantal benodigde personeelsleden komt voornamelijk voort uit de chauffeurs van de buitendienst. De oorzaak van dit hoge aantal wordt voornamelijk veroorzaakt door de tijd die chauffeurs kwijt zijn aan het lopen naar een stop en de tijd die ze vervolgens staan te wachten op een busje om in te stappen.



5.3 Concept 3

De resultaten van concept 2 geven aan dat het wel degelijk mogelijk is om een hogere doorvoer met gebruik van het huidige afleervak te realiseren. Het aantal personeelsleden dat in concept 3 moet worden ingezet is echter veel hoger dan het huidige aantal personeelsleden. In concept 3 wordt het afleervak op vergelijkbare wijze benut als in concept 2. Zoals te zien is in Figuur 5.2 wordt wederom gewerkt met bufferzones per taak. Om het aantal personeelsleden terug te dringen is het transport van de auto's van, naar en op het afleervak gewijzigd. De buitendienst is in dit concept alleen nog maar verantwoordelijk voor het transport van auto's vanuit het parkeermagazijn naar het afleervak/bufferzones. Het vervoer tussen de bufferzone(s) en de werkstations wordt nog steeds door dezelfde groepen verricht als in de vorige concepten. De enige uitzondering hierop is het vervoer van de garage naar de wasbuffer, dit is nu de verantwoordelijkheid van de monteurs. In concept 2 was dit nog de verantwoordelijkheid van de buitendienst. Voor het vervoer van auto's vanuit de bufferzones naar het groene gedeelte van het afleervak wordt een speciale groep (een busje met chauffeurs) ingezet. Op deze manier zou het benodigde aantal personeelsleden teruggedrongen moeten worden. Om een goede vergelijking met concept 1 te kunnen maken is getest met buffers van 0,25 dag werk en 0,5 dag werk.



Figuur 5.2: Gebruik van afleervak concept 3

5.3.1 Proces

Het proces in dit concept is grotendeels een combinatie van de processen in concept 1 en concept 2. De processen die niet veranderen ten opzichte van de huidige situatie zijn: Washer, WashDriver, PDler, PDIDriver, Truck en AFLgenerator. De processen CallGenerator en PlanTasks zijn hetzelfde als in concept 2. De processen CleanAFL, PDIVanDriver en PDIVan komen in dit concept wederom niet voor. De processen Van, Driver en Mechanic zijn aangepast en de RFT-Van en RFT-Driver zijn nieuw toegevoegd. De laatste vijf processen zijn uitgeschreven in een beknopte PDL. Op basis hiervan is het model geprogrammeerd.

Van

Wait for Call in CallQ
Wait until all drivers are in Van
Select Call that needs to be handled
Put cars in MyCarQ
Repeat until Call is handled:
 Drive to PM
 Unload Drivers needed (resume)
 Drive to AFL
 Wait until all Drivers are in Van

Driver

If Location is AFL:
Get in Van
If Van is full and still has cars in CarQ; resume Van
Wait in Van

If Location is PM:
Get car from Vans CarQ to drive to AFL
If Car needs to be modified:
 Look for spot in garagebuffer
Else if Car needs to be washed:
 Look for spot in washbuffer
Else if Car needs a PDI:
 Look for spot in PDIbuffer
Else:
 Look for spot on AFL (S,T,V, W, X)
Assign location to car
Drive Car to location
Put Car in AFL/Buffer
If needed put Car in Wash/Garage TomorrowQ
Walk back to Van

Mechanic

If no cars need to be modified; wait

When starting up:
 Select car from MovetoGarageQ
 Walk to garagebuffer to get car
 Drive Car to Garage

If location is AFL:
 If there is no car left in MovetoGarageQ; walk back to Garage.
 Else:
 Select car from MovetoGarageQ
 Walk to Car
 Drive Car to Garage
 Modify Car



If location is Garage:

 If car needs to be washed:

 Look for spot in washbuffer

 Assign location to car

 Drive Car to location

 Put Car in AFL/Buffer

 Put Car in Wash TomorrowQ

 Else:

 Drive Car back to garagebuffer

 Put car in garagebuffer

 Put car in FromGaragetoAFL queue

RFT-Van

Wait until all drivers are in Van

Wait for Cars in FromWashtoAFLQ/FromGaragetoAFLQ/FromPDIttoAFLQ

Select Queue with most Cars

Drive to Cars

Put Cars in MyCarQ

Look for row on AFL with enough spaces for cars

Assign locations to Cars

Unload Drivers

Drive to row

Pick up drivers

RFT-Driver

If not in RFT Van: Get in Van

Wait in Van

Select Car from RFT Van CarQ

Walk to Car

Drive Car to assigned Location on AFL

Walk to Van

Zoals te zien is in bovenstaande processen is voor simulatie doeleinden gekozen om de RFT-Van en RFT-Driver te splitsen van de normale Van en Driver. In de praktijk kan worden overwogen om de functie van de RFT-Van en de RFT-Driver te integreren in de functie van de buitendienst.

5.3.2 Resultaten

Uit testen met dit concept blijkt dat de doorvoer kan worden opgehoogd tot 98 auto's per uur voordat er problemen met overbezetting van het afleervak (en de bufferzones) ontstaan. De resultaten van een run met maximale doorvoer en een daarop afgestemde hoeveelheid personeel zijn te zien in Tabel 5.10. Hierbij is een buffergrootte van 0,25 werkdag gebruikt. Om de doorvoer van 98 auto's per uur mogelijk te maken zijn in totaal 58 personeelsleden nodig. Hierbij is de bezettingsgraad van het meeste personeel vrij hoog. Een uitzondering hierop zijn de PDIDrivers, waarbij de inzet van 1 persoon net niet voldoet. De doorlooptijden zijn zeer laag wanneer we deze vergelijken met eerdere resultaten.

Call Off		
CallOffMean [Cars]	25,00	
CallOffSigma [Cars]	3,00	
CallOffInter [Hour]	0,25	
Staff	Number	Occupation
Washers	5	0,88
PDlars	12	0,89
Mechanics	5	0,76
Drivers	18	0,90
VanDrivers	3	0,90
RFT Drivers	7	0,79
RFT Van Driver	1	0,79
PDIDriver	2	0,55
WashDriver	5	0,88
Total	58	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash	1,65	
Call Off to PDI	2,05	
Call Off to Garage	1,46	
Call Off to VLT	3,51	
RFT to VLT	1,73	
Handled cars per hour	98	
Occupancy AFL	0,75	

Tabel 5.10: Resultaten concept 3, maximale doorvoer

Call Off		
CallOffMean [Cars]	23,00	
CallOffSigma [Cars]	3,00	
CallOffInter [Hour]	0,25	
Staff	Number	Occupation
Washers	5	0,81
PDlars	12	0,82
Mechanics	5	0,7
Drivers	17	0,83
VanDrivers	3	0,83
RFT Drivers	6	0,86
RFT Van Driver	1	0,86
PDIDriver	2	0,49
WashDriver	5	0,81
Total	56	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash	1,38	
Call Off to PDI	1,56	
Call Off to Garage	1,51	
Call Off to VLT	3,34	
RFT to VLT	1,81	
Handled cars per hour	90	
Occupancy AFL	0,72	

Tabel 5.11: Resultaat concept 3, doorvoer 90 a/u

Om de resultaten beter te kunnen vergelijken met de andere concepten zijn een aantal andere testen gedaan. Hierbij is gekeken wat er nodig is (in termen van personeel, gebruik van het afleervak en de doorlooptijden) om de maximale gemiddelde doorvoer van de andere twee concepten te evenaren. Wel is al duidelijk dat met concept 3 de hoogste gemiddelde doorvoer per uur kan worden gerealiseerd.

In Tabel 5.11 is te zien wat er nodig is om een gemiddelde doorvoer van 90 auto's per uur, de maximale gemiddelde doorvoer van concept 2, te bereiken. Wanneer we dit vergelijken met concept 2 (Tabel 5.8) kunnen we zien dat er in concept 3 minder personeel nodig is, slechts 56 in plaats van 63. Daarnaast zijn de gemiddelde doorlooptijden korter en is de gemiddelde bezetting van het afleervak lager. In beide gevallen is gewerkt met buffers van 0,25 dag werk. Uit de simulatieresultaten blijkt dat er voor het bereiken van een vergelijkbare doorvoer in concept 2 altijd



meer personeel ingezet dient te worden dan in concept 3. Concept 3 heeft dus duidelijk de voorkeur boven concept 2.

In Tabel 5.12 en Tabel 5.13 zijn resultaten van concept 3 te zien die beter te vergelijken zijn met de resultaten van concept 1. De resultaten in Tabel 5.12 komen voort uit testen met een buffers van 0,25 dag werk. De resultaten in Tabel 5.13 zijn gerealiseerd met buffers van 0,5 dag werk. Voor concept 1 bedraagt de gemiddelde maximale doorvoer bij 86 auto's per uur (zie paragraaf 5.1.2). Om dit te bereiken wordt gewerkt met buffers van 0.25 dag werk en wordt het aflevervak twee keer per dag opgeschoond. Wanneer we de resultaten hiervan vergelijken met de resultaten van concept 3 zien we dat de benodigde inzet van personeel vergelijkbaar is, 55 personen in concept 1 en 54 personen in concept 3. De totale gemiddelde doorlooptijden zijn iets korter in concept 3. De gemiddelde bezetting van het aflevervak is iets lager in concept 1, dit wordt voornamelijk veroorzaakt doordat het verdeelvak in concept 3 is geïntegreerd in het aflevervak.

Call Off		
CallOffMean [Cars]	22,00	
CallOffSigma [Cars]	3,00	
CallOffInter [Hour]	0,25	
Staff	Number	Occupation
Washers	5	0,77
PDlers	11	0,85
Mechanics	4	0,83
Drivers	17	0,83
VanDrivers	3	0,83
RFT Drivers	6	0,82
RFT Van Driver	1	0,82
PDIDriver	2	0,47
WashDriver	5	0,77
Total	54	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash	1,41	
Call Off to PDI	1,66	
Call Off to Garage	2,00	
Call Off to VLT	3,32	
RFT to VLT	1,82	
Handled cars per hour	86	
Occupancy AFL	0,70	

Tabel 5.12: Concept 3 met buffer 0,25 dag werk

Call Off		
CallOffMean [Cars]	20,00	
CallOffSigma [Cars]	3,00	
CallOffInter [Hour]	0,25	
Staff	Number	Occupation
Washers	4	0,87
PDlers	11	0,78
Mechanics	5	0,60
Drivers	16	0,94
VanDrivers	2	0,94
RFT Drivers	6	0,72
RFT Van Driver	1	0,72
PDIDriver	2	0,40
WashDriver	5	0,86
Total	52	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash	1,94	
Call Off to PDI	2,32	
Call Off to Garage	1,82	
Call Off to VLT	3,75	
RFT to VLT	1,90	
Handled cars per hour	78	
Occupancy AFL	0,70	

Tabel 5.13: Concept 3 met buffer 0,5dag werk

De resultaten in Tabel 5.13 zijn gerealiseerd met een buffer van 0,5 dag werk. Deze resultaten kunnen goed worden vergeleken de resultaten van concept 1 in Tabel 5.4, waarbij er ook gewerkt is met een buffer van 0,5 dag werk en er ook gemiddeld 78 auto's per uur werden behandeld. Bij het vergelijken zien we dat de doorlooptijden redelijk overeen komen. Ook het benodigde personeel is redelijk gelijk, 53 in concept 1 tegenover 52 in concept 3. Daarnaast is ook de gemiddelde bezetting van het aflevervak is in beide concepten gelijk.

De resultaten van concept 3 in Tabel 5.14 zijn ook gerealiseerd met een buffer van 0,5 dag werk. Het gemiddelde aantal behandelde auto's ligt hier op 70. Dit is goed te vergelijken met de resultaten van concept 1 in Tabel 5.1, waarbij het aflevervak slechts één keer per dag wordt opgeschoond. Ook hierbij zien we net als in de vorige vergelijkingen met concept 1 dat de resultaten elkaar niet heel erg ontlopen. De totale gemiddelde doorlooptijd is iets korter in concept 3 en ook is er 1 personeelslid minder ingezet om de gemiddelde doorvoer van 70 auto's per uur te realiseren. De bezetting van het aflevervak is ook bijna gelijk.

Call Off		
CallOffMean [Cars]		18,00
CallOffSigma [Cars]		3,00
CallOffInter [Hour]		0,25
Staff	Number	Occupation
Washers	4	0,79
PDlers	10	0,8
Mechanics	4	0,68
Drivers	16	0,91
VanDrivers	2	0,91
RFT Drivers	5	0,80
RFT Van Driver	1	0,80
PDI Driver	2	0,37
WashDriver	5	0,78
Total	49	
Throughput time [Day]		
Call Off to Wash		1,68
Call Off to PDI		2,24
Call Off to Garage		2,00
Call Off to VLT		3,64
RFT to VLT		1,99
Handled cars per hour		70
Occupancy AFL		0,66

Tabel 5.14: Concept 3, met buffer 0,5 dag werk



6 Conclusie en aanbevelingen

Op basis van de simulatieresultaten van de drie concepten kan worden vastgesteld welk concept het meest geschikt is voor het verhogen van de gemiddelde doorvoer van auto's. In Tabel 6.1 is te zien wat de maximaal te realiseren gemiddelde doorvoer voor ieder concept is. Hierbij is getest met een buffer van 0,25 dag werk en in concept 1 wordt het aflevervak 2 keer per dag opgeschoond. In de tabel is aangegeven hoeveel personeel er in totaal nodig is om de maximale doorvoer te bereiken en hoelang de totale gemiddelde doorlooptijd (van afroep tot het verlaten van de terminal) bedraagt. Concept 2 geeft de mogelijkheid tot een gemiddelde doorvoer van 90 auto's per uur en concept 3 geeft de mogelijkheid tot de doorvoer van 98 auto's per uur. Om de maximale doorvoer van concept 2 te bereiken zijn er 63 personeelsleden nodig, terwijl er in concept 3 slechts 58 personeelsleden nodig zijn om een hogere gemiddelde doorvoer gerealiseerd. Wanneer we de concepten beoordelen op personeel per doorgevoerde auto blijkt ook uit andere testresultaten dat concept 3 altijd een betere optie is dan concept 2.

	Max Doorvoer [Auto's / h]	Personeel [Aantal]	Doorlooptijd [Dagen]
Concept 1	86	55	3,67
Concept 2	90	63	3,55
Concept 3	98	58	3,51

Tabel 6.1: Maximale doorvoer concepten

Concept 1 heeft een lagere maximale doorvoer dan concept 3, maar het benodigde aantal personeelsleden ligt bij concept 1 ook lager. In Tabel 6.2 zijn meer resultaten weergegeven op basis waarvan concept 1 en concept 3 met elkaar kunnen worden vergeleken. Hierbij is de doorvoer van concept 3 steeds gelijk gesteld aan de maximaal mogelijke doorvoer van concept 1 in verschillende situaties. De eerste vergelijking is gebaseerd op een simulatie met buffers van 0,25 dag werk. Het benodigde aantal personeelsleden is 1 minder voor concept 3, de gemiddelde totale doorlooptijd ligt ook iets lager bij concept 2.

	Doorvoer [Auto's / h]	Personeel [Aantal]	Doorlooptijd [Dagen]
Buffer 0,25			
Concept 1	86	55	3,67
Concept 3	86	54	3,32
Buffer 0,5			
Concept 1	78	53	3,78
Concept 3	78	52	3,75
Buffer 0,5 en 1 keer opschonen			
Concept 1	70	50	3,94
Concept 3	70	49	3,64

Tabel 6.2: Vergelijking concept 1 en concept 3

Aangezien het niet zeker is dat buffers ter grootte van een kwart dag werk in de praktijk zullen voldoen is ook gekeken naar buffers van een halve dag werk. Ook in dit geval is te zien dat het benodigde personeel voor concept 3 een personeelslid minder is. De gemiddelde totale doorlooptijd in beide concepten is bijna gelijk aan elkaar.

Het twee keer per dag opschonen van het aflevervak zoals dit in concept 1 plaatsvind kan in de praktijk ook problemen opleveren. Vrachtwagenchauffeurs krijgen namelijk een geprinte lijst mee met daarop de locaties van auto's op het aflevervak die opgehaald dienen te worden. Auto's kunnen niet meer worden gevonden wanneer deze door het opschonen van het aflevervak gedurende de dag van locatie veranderen. Wanneer het aflevervak in concept 1 slechts eenmaal per dag wordt opgeschoond is de maximaal haalbare gemiddelde doorvoer 70 auto's per uur. Om dezelfde gemiddelde doorvoer met concept 3 te realiseren is wederom 1 personeelslid minder nodig dan in concept 1. Daarnaast is ook de doorlooptijd in concept 3 lager.

Er kan geconcludeerd worden dat de resultaten van concept 1 en concept 3 elkaar tot een maximale gemiddelde doorvoer van 86 auto's per uur niet sterkt ontlopen. Concept 1 is echter niet in staat om boven een gemiddelde doorvoer van 86 auto's per uur uit te komen. De maximale gemiddelde doorvoer van 98 auto's per uur in concept 3 is een stuk hoger. Het hoofddoel van het onderzoek is om de gemiddelde doorvoer te verhogen, concept 3 voldoet dus het beste aan dit doel. Daarnaast presteert concept 3 ook bij een lagere gemiddelde doorvoer goed.

Wanneer we de kosten die samenhangen met het implementeren van concept 3 overwegen, kunnen we concluderen dat deze niet hoog zullen zijn. Concept 3 heeft alleen invloed op de manier van werken, er dient dus geen investering te worden gedaan in nieuw materieel. Wel zal het personeel opnieuw geïnstrueerd moeten worden. Een bijkomend voordeel van concept 3 is het overzicht dat wordt gecreëerd door het werken met de gescheiden bufferzones voor iedere bewerking. De hoeveelheid werk wordt duidelijk zichtbaar doordat de auto's op de speciaal geselecteerde locaties staan.

De aanbeveling is om de werkwijze van concept 3 in de praktijk te implementeren op het moment dat niet de maximale doorvoer gevraagd wordt. Bij deze implementatie dient te worden nagegaan of de resultaten in de praktijk overeenkomen met de resultaten van de simulatie. Indien dit het geval is kan concept 3 ook worden getest voor de hogere doorvoer die uit de resultaten van de simulatie mogelijk lijkt te zijn. Bij de implementatie van het kan worden overwogen om de functie van de RFT-Van en de RFT-Divers te integreren in de functie van de buitendienst.



7 Appendices

7.1 Appendix A: Verklarende woordenlijst

Voertuig status

Called Off	Voertuig is door de importeur afgeroepen
VR	Voertuig is gereed (Vehicle Ready) – Maar door locatie of blokkade nog niet RFT
RFT	Voertuig is gereed voor transport (Ready For Transport)
VLT	Voertuig heeft terminal verlaten (Vehicle Left Terminal)

Workarea

PDI	Pre Delivery Inspection
WASH	Wasstraat
GARAGE	Modificatiewerkplaats
BODYSHOP	Schadewerkplaats

Voorraadlocaties

PM_	Parkeermagazijn
AFL_	Aflevervak (Voorraadlocatie afvoer, capaciteit: ±2000 auto's)
BAN_	Banaan (Voorraadlocatie binnenkomst, capaciteit: ±600 auto's)
OF	Overflow vak op Aflevervak
Verdeelvak	Verdeelvak (Voorraadlocatie garage, capaciteit: ±90 auto's)
Laadperron	Laadperron (opstelvakken trucks)

Woordenlijst

BAD	Broekman Automotive Division
FVL	Finished Vehicle Logistics
LTSM	Long Term Storage Maintenance
Opschonen	Het bij elkaar zetten van auto's op het aflevervak
RCT	Rotterdam Car Terminal

7.2 Appendix B: Symbolenlijst

	Functie
	Buffer
	Meetpunt
	Hoofdstroom
	Regelkring
	Regelklep
	Filter



8 Bibliografie

Veeke, H., Ottjes, J., & Lodewijks, G. (2008). *The Delft Systems Approach*. London: Springer.

