

ATO

396

Wash & Go project: validatie logistiek ontwerp dienstencentrum

Rapport tweede helft project

Rapportnr. B462 / mei 2000

Vertrouwelijk

Drs. Janneke ten Donkelaar
Dr. Edo van der Poort

2251070



Contactpersoon:

Dr E.S. van der Poort (projectleider)
Agrotechnologisch Onderzoeksinstituut (ATO)
Wageningen Universiteit en Researchcentrum (Wageningen UR)
Bornsesteeg 59
Postbus 17
6700 AA Wageningen
Tel: 0317-475169
Fax: 0317-475347
Email: E.S.vanderPoort@ato.wag-ur.nl

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	5
2	VRAAGSTELLING	7
3	ONDERZOEKSOPZET.....	9
3.1	PROBLEEMAANPAK.....	9
3.2	AFBAKENING	9
3.3	UITWERKING	9
4	AANVOERSTROOM NAAR HET DIENSTENCENTRUM.....	11
4.1	LOGISTIEKE KENTALLEN.....	11
4.2	AANTALLEN KRATTEN PER PALLET EN VRACHTWAGEN	12
4.3	MODELLERING VAN DE AANVOERSTROOM	12
4.4	AANVOERSCENARIO'S	13
5	PRODUCTSTROMEN IN HET DIENSTENCENTRUM.....	15
5.1	AANNAMES EN KEUZEMOGELIJKHEDEN	15
5.2	NIET UIT VOORRAAD WERKEN	15
5.2.1	<i>Ieder kwadrant is autonoom.....</i>	<i>15</i>
5.2.2	<i>Samenwerking tussen kwadranten.....</i>	<i>16</i>
5.2.3	<i>Conclusie.....</i>	<i>17</i>
5.3	UIT VOORRAAD WERKEN	17
5.3.1	<i>Modellering van de krattenstromen.....</i>	<i>18</i>
5.3.2	<i>Voorraden vuil en schoon fust.....</i>	<i>19</i>
5.3.3	<i>Benodigde voorraadruimtes</i>	<i>20</i>
5.3.4	<i>Verschillende typen fust.....</i>	<i>21</i>
5.3.5	<i>Bedrijfstijden</i>	<i>21</i>
5.3.6	<i>Vergelijking van de aanvoerscenario's</i>	<i>22</i>
5.3.7	<i>Conclusies</i>	<i>22</i>
5.4	ALTERNATIEF ONTWERP	22
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.....	25
6.1	ANALYSE VAN DE AANVOERSTROOM NAAR HET DIENSTENCENTRUM	25
6.2	ANALYSE VAN DE KRATTENSTROMEN IN HET DIENSTENCENTRUM	25
6.2.1	<i>Niet werken uit voorraad.....</i>	<i>26</i>
6.2.2	<i>Werken uit voorraad.....</i>	<i>26</i>
6.3	ANALYSE VAN DE LOGISTIEKE ONTWERPEN.....	27
6.3.1	<i>Ontwerp 1: voorraad schoon fust centraal.....</i>	<i>27</i>
6.3.2	<i>Ontwerp 2: voorraad vuil fust centraal.....</i>	<i>27</i>
6.3.3	<i>Alternatief ontwerp: wasstraat centraal.....</i>	<i>27</i>
6.4	AANBEVELINGEN.....	28
	APPENDICES	29
A	MODELLERING AANVOERSTROOM NAAR HET DIENSTENCENTRUM.....	31
B	TWEEDUIZEND KRATTEN PER VRACHTWAGEN, HONDERD PER PALLET.....	35
C	ZESDUIDEND KRATTEN PER VRACHTWAGEN, TWEEHONDERD PER PALLET .	37
D	ALTERNATIEF LOGISTIEK ONTWERP	38
E	TIJDSPLANNINGEN	40

1 Inleiding

J.S.T. Beheer BV wil een keten van dienstencentra neerzetten voor enerzijds het reinigen, desinfecteren, drogen en koelen van kratten, pallets en vrachtwagens en anderzijds het beheer en verhuur van kratten en pallets onder de naam Pal Krat BV. Daartoe zijn enkele krattenwasserijen en pools overgenomen en zal mogelijk een nieuw dienstencentrum worden neergezet in Duiven. J.S.T. beheer BV beoogt een innovatief concept neer te zetten dat zich onderscheidt van bestaande aanbieders door reiniging aan te bieden volgens de hoogste RVV normen met een gegarandeerde servicetijd.

Het instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek (ATO), onderdeel van het Wageningen Universiteit en Researchcentrum, is benaderd door J.S.T. Beheer BV voor het cijfermatig onderbouwen van de economische haalbaarheid van het dienstencentrum in Duiven. Dit heeft geresulteerd in het Wash & Go project.

In de eerste helft van het Wash & Go project is een marktverkenning uitgevoerd naar de te verwachte aantallen kratten en pallets in het dienstencentrum in Duiven. De resultaten van het onderzoek zijn gepubliceerd in het rapport 'Rapportage Taak 1: marktverkenning'.

De tweede helft van het Wash & Go project richt zich op de validatie van het logistiek ontwerp voor het dienstencentrum. Gedurende het onderzoek waren er twee ontwerpen beschikbaar; één waarin de voorraad *schone* kratten centraal bewaard wordt en één waarin de voorraad *vuile* kratten centraal bewaard wordt. De resultaten van het onderzoek kunt u lezen in dit rapport.

De opzet van dit rapport is als volgt. De vraagstelling van J.S.T. Beheer BV wordt in meer detail behandeld in Hoofdstuk 2. De probleemaanpak en afbakening zijn beschreven in Hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 gaat nader in op het aantal kratten en pallets dat dagelijks gereinigd moet worden door het dienstencentrum. Hiervoor is een drietal aanvoerscenario's opgesteld. De gegeven inschattingen zijn gebaseerd op de marktverkenning en op een interne inventarisatie bij Pal Krat BV in Nijmegen. In Hoofdstuk 5 analyseren we de gegeven logistieke ontwerpen voor het dienstencentrum door de krattenstromen in het dienstencentrum te simuleren. Bovendien presenteren we een alternatief ontwerp. Tenslotte, behandelen we in hoofdstuk 6 de conclusies en doen we aanbevelingen met betrekking tot de keuze van het logistieke ontwerp en de inrichting van de logistieke processen.

2 Vraagstelling

Voor het economisch haalbaar zijn van het dienstencentrum in Duiven is het van belang dat er enerzijds voldoende vraag is naar het reinigen van kratten en pallets in Duiven en anderzijds dat de logistieke inrichting het toelaat de stroom vuile kratten en pallets in een voldoende korte servicetijd te reinigen. De vraag naar het reinigen van kratten en pallets is in kaart gebracht in de eerste helft van het Wash & Go project. Dit rapport gaat specifiek in op de logistieke inrichting van het dienstencentrum.

Voor de validatie van het logistiek ontwerp van het dienstencentrum hebben we in het onderzoek twee ontwerpen bekeken. In het eerste ontwerp (*voorraad schoon fust centraal*) wordt de voorraad schone kratten centraal opgeslagen in het dienstencentrum en de voorraad vuile kratten decentraal. In het tweede ontwerp (*voorraad vuil fust centraal*) zijn de voorraden precies omgedraaid: de voorraad vuil fust ligt centraal en de voorraad schoon fust ligt decentraal. De plattegronden van beide ontwerpen zijn schematisch weergegeven in Figuur 2.1 en 2.2. Merk op dat de ontwerpen gebaseerd zijn op gebouwen met een verschillende vorm. De logistieke inrichting is echter uitwisselbaar. In het eerste ontwerp zijn de voorraadruimtes voor vuil en schoon fust even groot. In het tweede ontwerp is de voorraadruimte voor schoon fust aanzienlijk groter dan de voorraadruimte voor vuil fust. Dit ontwerp beschikt over aparte gangen om schoon fust van het ene naar het andere kwadrant te verplaatsen.

Het dienstencentrum is opgedeeld in vier kwadranten, met ieder een laad/los dok, zodat vier vrachtwagens tegelijkertijd afgehandeld kunnen worden. Uitgangspunt in beide ontwerpen is dat de vrachtwagens niet verplaatst worden tijdens het reinigen. De pallets met kratten worden middels het laad/losdok gelost en in de voorraadruimte voor vuil fust geplaatst. De kratten op de pallets worden ontstapeld, vervolgens één voor één gereinigd, en tenslotte weer op de eveneens gereinigde pallet gestapeld. De gereinigde pallets met kratten worden in de voorraadruimte voor schoon fust neergezet en gebruikt voor het weer beladen van de gereinigde vrachtwagen. De opdrachtgever wil dat dit gehele proces wordt uitgevoerd in een *servicetijd* van een half uur tot een uur. Tabel 2.1 laat zien hoeveel oppervlak beschikbaar is voor ieder van de operaties in het gehele dienstencentrum. Per kwadrant is een kwart van de oppervlaktes beschikbaar.

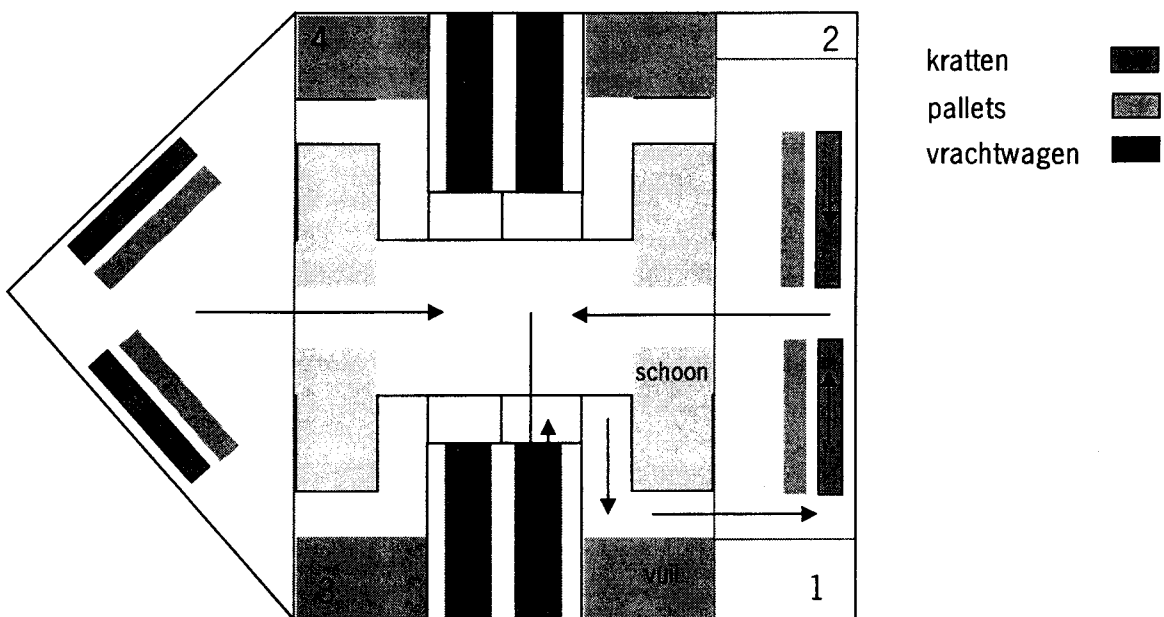
Activiteit	Ontwerp 1: schoon fust centraal	Ontwerp 2: vuil fust centraal
Laad/los platform	152 m ²	152 m ²
Buffer vuil fust	600 m ²	500 m ²
Werkruimte	800 m ²	1250 m ²
Buffer schoon fust	600 m ²	2000 m ²
Transport ruimte	1424 m ²	200 m ²

Tabel 2.1: oppervlaktes voor de verschillende activiteiten

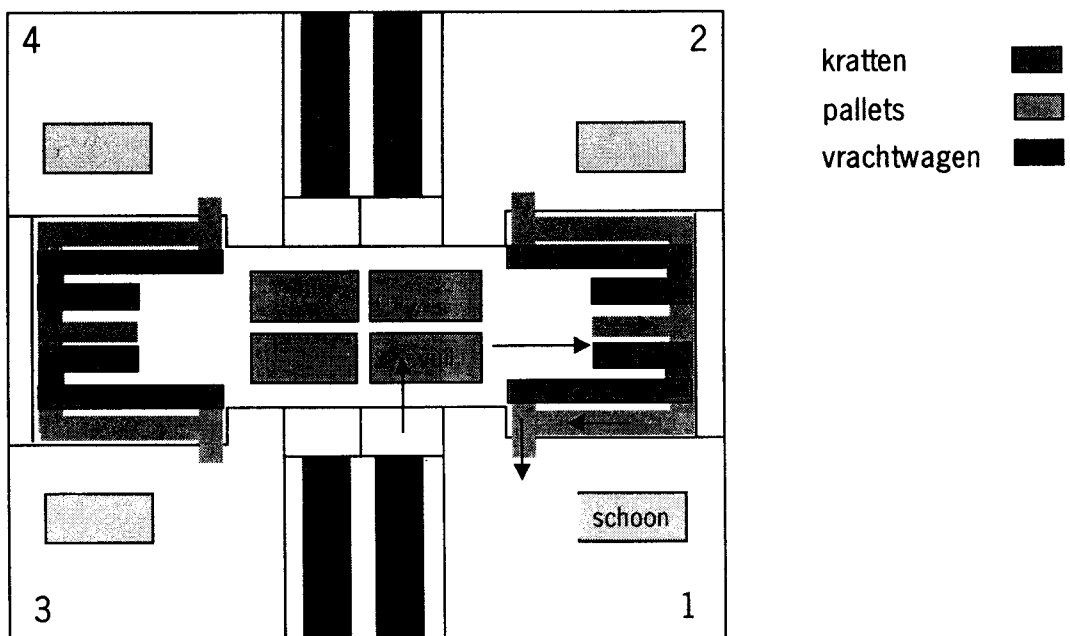
Dit onderzoek heeft als doel om te onderzoeken of de gegeven ontwerpen voor de logistieke inrichting van het dienstencentrum in staat zijn om de gewenste servicetijden te kunnen garanderen. Meer specifiek zullen we antwoord geven op de volgende vragen:

- Gegeven de marktverkenning en de inschattingen van de aanvoerstromen door Pal Krat BV., hoe groot is de stroom kratten en pallets dat dagelijks door het dienstencentrum gereinigd moet worden?

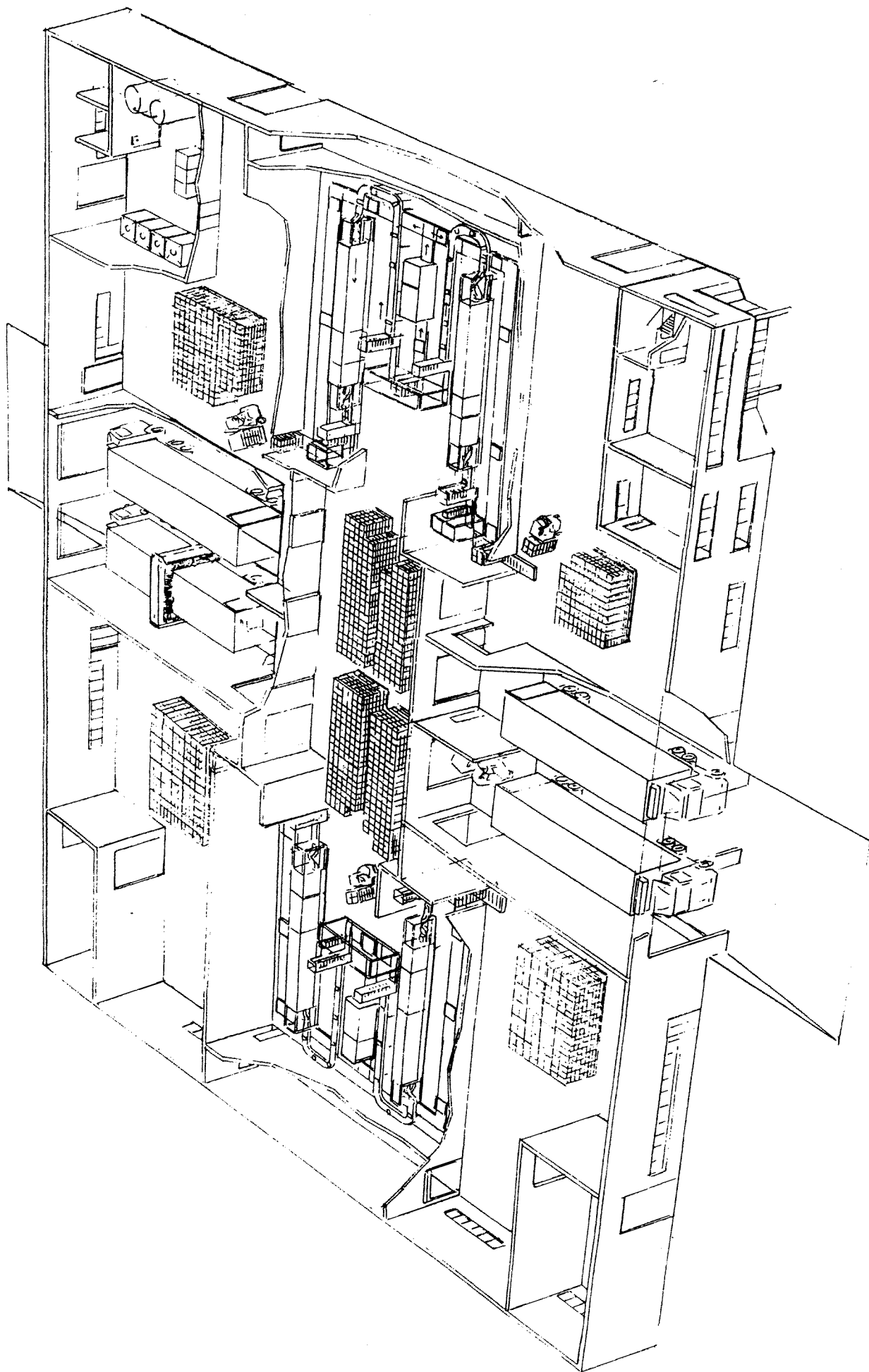
- Bij welke aanvoerscenario's worden de logistieke processen in het dienstencentrum maximaal onder druk gezet?
- Wat zijn de minimale aantallen vuil en schoon fust die op voorraad gehouden moeten worden om de gewenste servicetijden te kunnen garanderen?
- Hoe groot moeten de voorraadruimtes worden om de vuile en schone kratten tijdelijk in op te kunnen slaan?
- Hoe moeten de logistieke processen ingericht worden om de aanvoerstream zo efficiënt mogelijk af te handelen?
- Is het mogelijk om de gegeven ontwerpen te verbeteren?



Figuur 2.1: voorraad schoon fust centraal



Figuur 2.2: voorraad vuil fust centraal



3 Onderzoeksopzet

In dit hoofdstuk geven we kort aan hoe we de gegeven probleemstelling hebben aangepakt. We schetsen de probleemaanpak, afbakening, en de uitwerking.

3.1 Probleemaanpak

De beschreven vraagstelling is aangepakt door achtereenvolgens de volgende stappen te doorlopen:

1. Afbakening
2. Het maken van een inschatting van de dagelijkse aanvoerstroom van kratten en pallets naar het dienstencentrum op basis van de marktverkenning (eerste helft Wash & Go project) en de inschatting van Pal Krat BV.
3. Modelleren van de krattenstromen in één kwadrant van het dienstencentrum om de voorraden vuile en schone kratten in kaart te brengen
4. Modelleren van de krattenstromen in meerdere kwadranten om de mogelijkheden en beperkingen van samenwerking tussen de kwadranten te onderzoeken
5. Het in kaart brengen van aanvoerscenario's waarbij de voorraden vuile en schone kratten maximaal zijn en het daaruit afleiden van de minimaal benodigde oppervlaktes voor de voorraadruimtes
6. Inventarisatie van mogelijkheden om de gegeven logistieke inrichtingen te verbeteren
7. Rapportage

3.2 Afbakening

In overleg met de opdrachtgever is er voor gekozen om in de validatie van het logistiek ontwerp van het dienstencentrum ons te richten op de stroom van pallets met vuile kratten. Daarbij hebben we verondersteld dat de tijd die nodig is voor het reinigen van de pallets met vuile kratten voldoende is om ook de andere reinigingsprocessen, zoals het interieur en exterieur wassen van vrachtwagens, uit te voeren.

Het bleek lastig om een gedetailleerde inschatting te maken van het dagelijkse aanbod van pallets met vuile kratten. Daarom is besloten om in de eerste analyse van de krattenstromen in het dienstencentrum geen onderscheid te maken tussen de verschillende soorten pallets en kratten dat voor reiniging wordt aangeboden. In Hoofdstuk 5 zullen we aangeven wat die resultaten betekenen voor het geval dat verschillende type fust wordt gereinigd.

Bij het formuleren van aanvoerscenario's van pallets met vuile kratten is besloten om alleen naar gemiddelde doorlooptijden te kijken en de variantie buiten beschouwing te laten. De stochastiek is dus doelbewust eenvoudig gehouden. Als een aangename consequentie kunnen we de verschillende aanvoerscenario's op een inzichtelijke wijze doorrekenen door gebruik te maken van spreadsheetmodellen.

3.3 Uitwerking

Voor het maken van een meer gedetailleerde inschatting van de dagelijkse aanvoerstromen is een spreadsheet model ontwikkeld dat op basis van de verwachte verzameling klanten van het dienstencentrum de aanvoer van vuile kratten en pallets per dag uitrekt. Vervolgens is Pal Krat BV aan het werk gegaan om te inventariseren wat de

huidige en verwachte aanvoerstromen naar het dienstencentrum zijn. Deze data zijn gebruikt om de logistieke stromen in het dienstencentrum door te rekenen.

De logistieke stromen in het dienstencentrum zijn geanalyseerd door de krattenstromen te simuleren met behulp van een spreadsheet model. Daarbij is in eerste instantie één kwadrant gemodelleerd en zijn vervolgens ook de mogelijkheden van samenwerking tussen de vier kwadranten gemodelleerd.

Met behulp van dit model is een analyse gemaakt van de voorraadhoogtes vuile en schone kratten die nodig zijn om de gewenste servicetijd te garanderen. Daarbij is met name gekeken naar welke aanvoerscenario's, bestaande uit aantal vrachtwagens per kwadrant, beladingsgraad, en tijdsduur tussen twee aankomsten, de logistieke inrichting maximaal belasten. Op basis van de maximale belasting is een inschatting gemaakt van de minimale aantallen vuile en schone kratten en de daarvoor benodigde oppervlaktes. Daarnaast is nadrukkelijk de relatie onderzocht tussen de servicetijd en de aantallen vuile en schone kratten.

Als laatste stap in de validatie van het logistiek ontwerp is gekeken naar mogelijkheden om verbeteringen aan te brengen in de gegeven logistieke ontwerpen. Er is met name gekeken naar logistieke ontwerpen waarbij de voorraadruimtes minder knellend zijn, er weinig intern transport is, en de beschikbare capaciteit voor het reinigen zo efficiënt mogelijk wordt ingezet.

Tenslotte is deze rapportage opgesteld na allereerst de eindresultaten mondeling teruggekoppeld te hebben aan de opdrachtgever.

4 Aanvoerstream naar het dienstencentrum

Als een eerste stap voor het goed kunnen analyseren van de logistieke stromen in het dienstencentrum is het belangrijk om beter inzicht te krijgen in de dagelijkse aanvoerstream van pallets met vuile kratten. Daartoe moeten de volgende vragen beantwoord worden:

- Wat is het gemiddelde aantal kratten op een pallet?
- Aantal pallets per vrachtwagen?
- Aantal vrachtwagens per dag?

In dit hoofdstuk geven we antwoord op deze vragen en formuleren we verschillende aanvoerscenario's waarmee we in Hoofdstuk 5 de logistieke inrichting zullen doorrekenen.

4.1 Logistieke kentallen

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de kratten die gehanteerd worden door Pal Krat BV. Voor ieder type krat wordt gegeven de afmetingen, het aantal lagen hoog dat de kratten opgestapeld kunnen worden, en het feit of de krat nestbaar is of niet.

sector	type krat	afmetingen	nestbaar	stapelhoogte
roodvlees	E1	60x40x12	nee	18
	E2	60x40x20	nee	10
witvlees	E5	60x40x7	nee	27
	E6	60x40x12	nee	18
levensmiddelen	CBL 7	60x40x6,7	nee	27
	CBL 11	60x40x11,5	nee	18
	CBL 17	60x40x16,7	nee	12
	CBL 23	60x40x23	nee	8
	halfje	30x40x15,5	nee	-
	deksel	60x40x1	nee	-
Didak	type 1	60x40x8	ja	48
	type 3	60x40x13	ja	30
	type 5	60x40x18	ja	21
	type 7	60x40x23	ja	16

Tabel 4.1: overzicht kratten gehanteerd door Pal Krat BV

De pallets zijn onder te verdelen in Euro en Block pallets. Op een Euro pallet passen vier kratten per laag en 32 pallets in een standaard vrachtwagen. Op een Block pallet passen vijf kratten 26 pallets in een standaard vrachtwagen. Tabel 4.2 geeft een overzicht van de pallets die gehanteerd worden door Pal Krat BV. Voor ieder type pallet wordt gegeven de afmetingen en het aantal lagen hoog dat pallet opgestapeld kunnen worden.

pallet	type	afmetingen	in vrachtwage	stapelhoogte	kratten/laag
Block	Creamer H3	100x120x16	26	15	5
	IPS H3	100x120x16	26	15	5
	Dolavs	100x120x16	26	3	5
Euro	Creamer H1	80x120x16	32	15	4
	Creamer H2	80x120x16	32	15	4
	IPS H1	80x120x16	32	15	4

Tabel 4.2: overzicht pallets gehanteerd door Pal Krat BV

4.2 Aantallen kratten per pallet en vrachtwagen

Op basis van de aantallen kratten per laag, de stapelhoogte, en het aantal pallets per vrachtwagen, hebben we het aantal kratten per pallet en vrachtwagen uitgerekend. Een overzicht van de aantallen kratten per pallet en vrachtwagen is gegeven in Tabel 4.3. Het aantal kratten per vrachtwagen varieert tussen ongeveer 1000 en 6000. Het minimum treedt op bij de niet nestbare CBL 23 kratten en het maximum treedt op bij de nestbare Didak type 1 kratten. Pal krat BV heeft uitgerekend dat er gemiddeld 2700 kratten in een

sector	type krat	kratten per pallet		kratten per vrachtwagen	
		Block	Euro	Block	Euro
roodvlees	E1	90	72	2340	2304
	E2	50	40	1300	1280
witvlees	E5	135	108	3510	3456
	E6	90	72	2340	2304
levensmiddelen	CBL 7	135	108	3510	3456
	CBL 11	90	72	2340	2304
	CBL 17	60	48	1560	1536
	CBL 23	40	32	1040	1024
	halfje	-	-	-	-
	deksel	-	-	-	-
Didak	type 1	240	192	6240	6144
	type 3	150	120	3900	3840
	type 5	105	84	2730	2688
	type 7	80	64	2080	2048

vrachtwagen zitten.

Tabel 4.3: aantallen kratten per pallet en vrachtwagen

4.3 Modelleren van de aanvoerstroam

Voor een adequate logistieke inrichting van het dienstencentrum is van belang om een goede inschatting te maken van het gemiddelde aantal vrachtwagens met vuile kratten dat per dag gereinigd moet worden. Daartoe is een spreadsheet model ontwikkeld dat op basis van een globale karakterisering van de klanten de aanvoer per dag uitrekent.

De globale karakterisering van de klanten is opgezet in de vorm van klantenprofielen. Een klantenprofiel bestaat uit de volgende componenten:

- Aantallen en soorten kratten per week
 - frequentieverdeling over de werkdagen
 - gehanteerde pallets
- Aantal losse pallets per week
- Aantal pallets per vrachtwagen
- Beladingsgraad vrachtwagen

Voor iedere (potentiële) klant moet dus een dergelijk klantenprofiel ingevuld worden.

Op basis van deze klantenprofielen, rekent het spreadsheetmodel de aanvoerstroam naar het dienstencentrum uit. De output van het model bestaat uit de volgende componenten:

- Klantenoverzicht:
 - Identiteit
- Aanvoer per week
 - Aantallen kratten en pallets
 - Minimaal aantal vrachtwagens
- Aanvoer per werkdag
 - Aantal kratten en pallets
 - Aantal vrachtwagens
 - Gemiddeld aantal kratten per vrachtwagen

Een illustratie van de werking van het spreadsheetmodel aan de hand van een fictieve klantenset wordt gegeven in Appendix A.

Voor de toepassing van het spreadsheetmodel op het dienstencentrum, moeten we kunnen beschikken over een redelijke inschatting van de klantenset. Op dit moment blijkt het echter nog lastig voor Pal Krat BV om een goede inschatting te maken van de verwachte klantenset. Als gevolg daarvan is besloten om de inschatting van de verwachte aanvoerstromen los te laten en meer naar aanvoerstromen te kijken die de logistieke performance van het dienstencentrum goed onder druk zetten.

4.4 Aanvoerscenario's

Voor de validatie van de logistieke inrichting hebben we een drietal aanvoerscenario's gedefinieerd (zie Tabel 4.4). Scenario I is gebaseerd op het gemiddelde aantal van 2700 kratten per vrachtwagen bij volledig beladen vrachtwagens. Scenario II is wat voorzichtiger en veronderstelt dat vrachtwagens niet altijd volledig beladen zijn. Scenario III tenslotte is specifiek gericht op de situatie dat Pal Krat zelf het beheer en de distributie van kratten ter hand neemt op basis van nestbare kratten in vrachtwagens die zo volledig mogelijk beladen zijn.

scenario	kratten per vrachtwagen
I	3000
II	2000
III	6000

Tabel 4.4: aanvoerscenario's

In alle drie de scenario's gaan we uit van een servicetijd van 1 uur per vrachtwagen. De tijdsduur tussen de aankomsten van vrachtwagens in een kwadrant zullen we laten variëren om de invloed op de voorraad vuile en schone kratten te bepalen. Tabel 4.5 geeft een indicatie van de aantallen kratten die gereinigd worden als functie van het aantal vrachtwagens per kwadrant per dag.

scenario	kratten per vrachtwagen	vrachtwagens			
I	2000	per kwadrant	4	5	6
		totaal	16	20	24
		aantal kratten	32,000	40,000	48,000
II	3000	per kwadrant	4	5	6
		totaal	16	20	24
		aantal kratten	48,000	60,000	72,000
III	6000	per kwadrant	4	5	6
		totaal	16	20	24
		aantal kratten	96,000	120,000	144,000

Tabel 4.5: aanvoerstromen naar het dienstencentrum

5 Productstromen in het dienstencentrum

Op basis van de verschillende aanvoerscenario's zullen we in dit hoofdstuk de logistieke performance van de gegeven ontwerpen analyseren. We zullen met name in kaart brengen hoeveel voorraadruimte nodig is om de stromen vuile en schone kratten tijdelijk te kunnen opslaan om de gewenste servicetijden te kunnen garanderen. Aan het eind van het hoofdstuk gaan we nader in op alternatieven voor de gegeven logistieke inrichting.

5.1 Aannames en keuzemogelijkheden

Om een schatting te kunnen maken van de in het dienstencentrum benodigde ruimte voor vuil en schoon fust en om de daarvoor benodigde berekeningen uit te kunnen voeren moet een aantal aannames gemaakt worden over de omvang van de aanvoer en de snelheid van het reinigingsproces. De onderstaande getallen worden door de opdrachtgever realistisch geacht en worden in het vervolg aangehouden:

• Snelheid lossen en laden:	2 pallets per minuut
• Snelheid ontstapelen, reinigen, drogen en stapelen:	25 kratten per minuut
• Aantal kratten per pallet	100 kratten
• Aantal kratten per vrachtwagen:	3000 kratten
• Minimale tijdsduur tussen het lossen en het reinigen van een krat:	10 minuten

Zoals in het vorige hoofdstuk aangegeven, zullen er ook nog twee extreme scenario's geanalyseerd worden. De tabellen in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op aanvoerscenario I, de resultaten voor de andere twee scenario's staan in Appendices B en C.

Daarnaast zijn er nog enkele keuzemogelijkheden. Schone kratten kunnen uit voorraad geleverd worden of niet. In het eerste geval krijgt een vrachtwagen zijn eigen fust (gedeeltelijk) niet terug, in het laatste geval wel. Bovendien kan gekozen worden voor meer of minder samenwerking tussen de verschillende kwadranten waarin het dienstencentrum is opgedeeld. Het ene uiterste is volledige samenwerking tussen de vier kwadranten, het andere uiterste is vier kwadranten die autonoom opereren.

In de volgende twee paragrafen worden de twee voorgestelde logistieke inrichtingen (zie Hoofdstuk 2) geanalyseerd voor respectievelijk 'niet uit voorraad werken' en 'uit voorraad werken'. Daarna wordt een alternatieve inrichting bestudeerd en tenslotte wordt een overzicht gegeven van de resultaten.

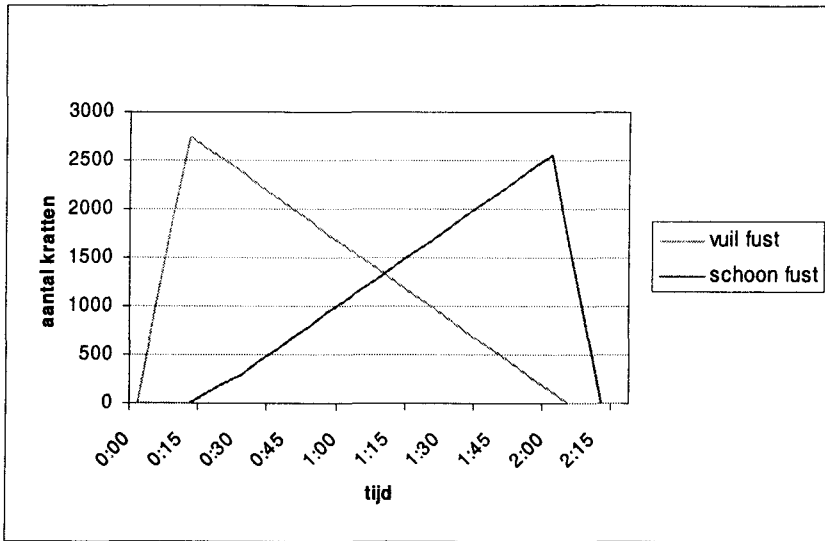
5.2 Niet uit voorraad werken

We maken onderscheid tussen de situaties dat ieder kwadrant autonoom is en de situatie dat meerdere kwadranten samenwerken.

5.2.1 Ieder kwadrant is autonoom

Wanneer er niet uit voorraad gewerkt wordt is de servicetijd de som van de tijd die nodig is om de kratten te lossen, te ontstapelen, te reinigen, te stapelen en weer in te laden. De minimale tijdsduur tussen de aankomsten van vrachtwagens bij een kwadrant wordt bepaald door de servicetijd.

Wanneer de voorraden vuil en schoon fust uitgezet worden in de tijd, dan zien de karakteristieke curven er als volgt uit (zie Figuur 5.1).

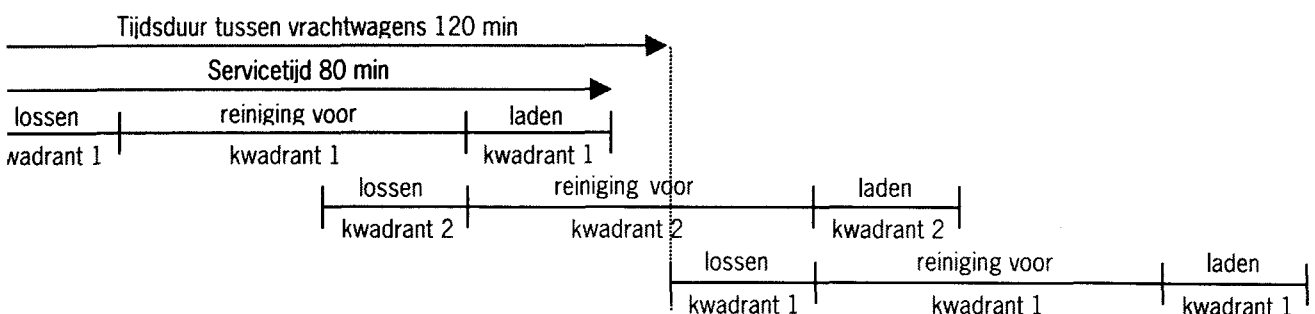


Figuur 5.1: Het verloop van de voorraden vuil en schoon fust voor één kwadrant wanneer er niet uit voorraad gewerkt wordt.

Eerst wordt er vuil fust gelost en dus neemt de voorraad vuil fust toe. Na tien minuten bereiken de eerste kratten de reinigingsinstallatie, waardoor de voorraad vuil fust iets minder snel toeneemt. Als al het vuile fust gelost is, dan neemt de voorraad vuil fust af totdat alles gereinigd is. De voorraad schoon fust groeit vanaf het moment dat de eerste kratten de reinigingsinstallatie verlaten. Deze voorraad blijft groeien totdat men begint de vrachtwagen weer te laden met schoon fust. Als de vrachtwagen vol is, is voorraad schoon fust verdwenen.

5.2.2 Samenwerking tussen kwadranten

Als elk kwadrant autonoom opereert, dan is de servicetijd voor één vrachtwagen met 3000 kratten 140 minuten. Door twee kwadranten samen te laten werken, kan de servicetijd verkort worden tot 80 minuten. De wasinstallaties van beide kwadranten werken dan beide eerst voor de vrachtwagen bij kwadrant 1 en vervolgens beide voor de vrachtwagen bij kwadrant 2 (zie Figuur 5.2). Wanneer drie of vier kwadranten samenwerken, kan de servicetijd nog verder gereduceerd worden (zie Tabel 5.1).



Figuur 5.2: samenwerking tussen twee kwadranten. Eerst reinigen beide installaties voor kwadrant 1, daarna voor kwadrant 2.

Of deze reductie van de servicetijd die theoretisch mogelijk is, in de praktijk ook behaald kan worden, hangt echter van de logistieke inrichting van het dienstencentrum af. Er is planning vereist om samenwerking tussen de kwadranten te realiseren, waarbij de gehele wascapaciteit efficiënt ingezet wordt en het kruisen van vuil en schoon fust wordt voorkomen.

De gegeven ontwerpen bevatten knelpunten die de samenwerking tussen de kwadranten bemoeilijken. In het eerste ontwerp ligt het schone fust centraal. De waslijnen zijn zo opgesteld dat alleen samenwerking mogelijk is tussen twee kwadranten met het laad/losdok aan dezelfde kant van het dienstencentrum (zie Figuur 2.1). Binnenkomend vuil fust kan in principe verdeeld worden over de wasinstallaties 1 en 3, mits er transport tussen de beide dokken mogelijk is en vuil & schoon fust elkaar niet kruisen. Dit laatste blijkt alleen mogelijk te zijn, bij een servicetijd langer dan 80 minuten. Er is een verlenging nodig van 10 minuten plus de tijd die nodig is om vrachtwagen en dok te reinigen.

In het tweede ontwerp ligt het vuile fust centraal en kan dus gemakkelijk over de verschillende wasinstallaties verdeeld worden. Het transporteren van schoon fust naar de juiste vrachtwagen kost echter extra tijd, waardoor de servicetijd verlengd wordt.

Samenwerking	Servicetijd (minuten)	tijd tussen aankomsten vrachtwagens (minuten)
1	140	140
1+2	80	120
1+2+3	60	120
1+2+3+4	50	120

Tabel 5.1: Servicetijd en de tijd tussen de aankomst van vrachtwagens op één dok voor verschillende mate van samenwerking. Bij samenwerking worden de kratten gelijkmatig verdeeld over de verschillende kwadranten.

In Tabel 5.1 is ook weergegeven wat de minimale tijdsduur is tussen de aankomst van twee vrachtwagens op hetzelfde dok. Wanneer er geen samenwerking is, dan is deze tijd gelijk aan de servicetijd. Er kan pas weer gelost worden als de vorige vrachtwagen weg is. Wanneer er samengewerkt wordt door enkele kwadranten, wordt er wat tijdswinst geboekt (zie Figuur 5.1). De tijdsduur tussen twee aankomsten is nogal lang. Daardoor kunnen er op een werkdag (globaal van 8:00 tot 18:00) maximaal vier à vijf vrachtwagens per dok geholpen worden. Per dag kunnen er dus maximaal 48.000 à 60.000 kratten verwerkt worden.

5.2.3 Conclusie

Wanneer er niet uit voorraad gewerkt wordt, moet er samengewerkt worden tussen verschillende kwadranten om een servicetijd van een uur te kunnen garanderen. De huidige logistieke ontwerpen voor het dienstencentrum blijken hiervoor niet optimaal. Om voorraadvorming te voorkomen is de tijdsduur tussen de aankomsten van twee vrachtwagens op een dok relatief lang: minimaal twee uur. Dit betekent dat er per werkdag maximaal zestien à twintig vrachtwagens met drieduizend kratten gereinigd kunnen worden.

5.3 Uit voorraad werken

Wanneer uit voorraad gewerkt wordt, is de servicetijd instelbaar. Deze is logischerwijs minimaal gelijk aan de tijd die nodig is om een vrachtwagen te lossen, te reinigen en weer te laden. Eigen fust dat al gereinigd is, kan eventueel weer meegenomen worden. De

vrachtwagen wordt verder geladen met schoon fust uit voorraad. De omvang van de voorraad schoon fust in het dienstencentrum hangt af van:

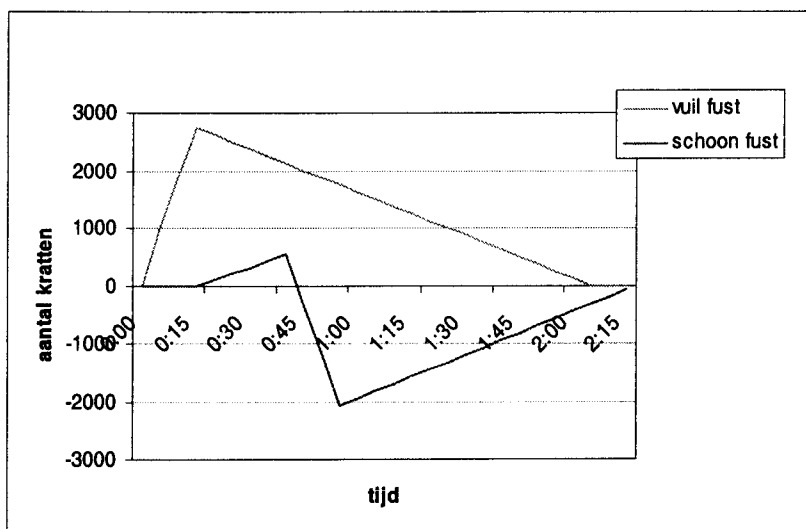
- het aantal kratten per vrachtwagen (hoe meer kratten, hoe groter de benodigde voorraad);
- de tijdsduur tussen de aankomsten van twee vrachtwagens (hoe groter de tijdsduur, hoe kleiner de benodigde voorraad);
- het totaal aantal vrachtwagens dat per dag bediend moet worden (hoe groter het aantal, hoe groter de benodigde voorraad);
- de servicetijd (hoe korter de servicetijd, hoe groter de benodigde voorraad).

De grootte van de voorraad vuil fust is vergelijkbaar met die van de benodigde voorraad schoon fust. Wanneer er echter sprake is van diverse fustformaten en de verhouding tussen de formaten fluctueert sterk, dan moet de voorraad schoon fust veel groter zijn, om alle vrachtwagens te kunnen bedienen.

Verder moet opgemerkt worden dat er geen uitwisseling van kratten tussen de kwadranten nodig is, wanneer alle kratten uitwisselbaar zijn en de reinigingscapaciteit volledig benut wordt.

5.3.1 Modellering van de krattenstromen

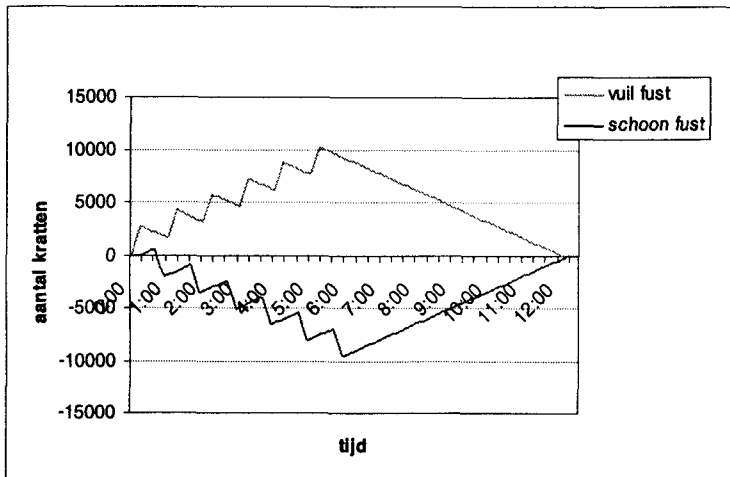
Alvorens we verder ingaan op de aantallen vuile en schone kratten, behandelen we eerst een voorbeeld om te laten zien hoe de aantallen vuil en schoon fust zich ontwikkelen als functie van het aantal vrachtwagens in de tijd. We beschouwen daartoe een kwadrant van het dienstencentrum waar ieder uur een nieuwe vrachtwagen met 3000 vuile kratten aankomt om met een servicetijd van een uur het dienstencentrum weer te verlaten.



Figuur 5.3: Het verloop van de voorraden vuil en schoon fust voor één kwadrant wanneer er uit voorraad gewerkt wordt voor één vrachtwagen met 3000 kratten.

Figuur 5.3 laat zien hoe de voorraden vuil en schoon fust zich ontwikkelen in de tijd als er één vrachtwagen met vuil fust gereinigd wordt. Eerst wordt er vuil fust gelost en dus neemt de voorraad vuil fust toe. Na tien minuten bereiken de eerste kratten de reinigingsinstallatie, waardoor de voorraad vuil fust iets minder snel toeneemt. Als al het vuile fust gelost is, dan neemt de voorraad vuil fust af totdat alles gereinigd is. De voorraad schoon fust groeit vanaf het moment dat de eerste kratten de

reinigingsinstallatie verlaten. Deze voorraad blijft groeien totdat men begint de vrachtwagen weer te laden met schoon fust. Omdat het laden begint voordat alle kratten gereinigd zijn, ontstaat er op een gegeven moment een tekort aan schoon fust. De vrachtwagen wordt dan verder gevuld met schoon fust uit voorraad. Nadat de vrachtwagen vertrokken is neemt de voorraad schoon fust weer toe, totdat de oorspronkelijke voorraad weer is aangevuld.



Figuur 5.4: Het verloop van de voorraden vuil en schoon fust voor één kwadrant wanneer er uit voorraad gewerkt wordt. Elk uur arriveert er een vrachtwagen met 3000 kratten.

Figuur 5.4 laat zien hoe de voorraden vuil en schoon fust zich ontwikkelen in de tijd als er elk uur een vrachtwagen met vuil fust gereinigd moet worden. De voorraad vuil fust groeit eerst bij het lossen, daarna slinkt ze weer doordat er gereinigd wordt. Voordat al het vuile fust gereinigd is, arriveert er een nieuwe vrachtwagen met vuil fust, waardoor de voorraad weer groeit. Doordat de tijd tussen twee aankomsten korter is dan de tijd die nodig is om het fust uit één vrachtwagen te reinigen, neemt de omvang van de voorraad vuil fust na elke cyclus toe. Om dezelfde reden lukt het niet om in één cyclus de voorraad schoon fust weer aan te vullen tot haar oorspronkelijke omvang, en dus slinkt de voorraad steeds verder. Nadat de laatste vrachtwagen vertrokken is, wordt de resterende hoeveelheid vuil fust gereinigd en wordt de voorraad schoon fust weer aangevuld tot haar oorspronkelijke omvang.

5.3.2 Voorraden vuil en schoon fust

In Tabel 5.2 zijn de voorraden vuil en schoon fust voor het gehele dienstencentrum weergegeven voor vrachtwagens met 3000 kratten (aanvoerscenario I) en een servicetijd van 60 minuten. De tijdsduur tussen de aankomsten van vrachtwagens per kwadrant en het totaal aantal vrachtwagens per kwadrant per dag zijn gevarieerd. Er is verondersteld dat elk kwadrant autonoom opereert.

aantal vrachtwagens per kwadrant	60 (60) min.		60 (90) min.		60 (120) min.	
	Vuile kratten	schone kratten	Vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten
3	24000	19000	18000	13000	12000	7000
4	30000	25000	21000	16000	12000	7000
5	36000	31000	24000	19000	12000	7000
6	42000	37000	27000	22000	12000	7000
7	48000	43000	30000	25000	12000	7000
8	54000	49000	33000	28000	12000	7000
9	60000	55000	36000	31000	12000	7000

Tabel 5.2: Piekbelastingen vuil en schoon fust bij een servicetijd van 60 minuten en verschillende tijdsduren tussen twee aankomsten op een dok (tussen haken). Bij vuil fust geeft het aantal kratten de opgebouwde voorraad weer en bij schoon fust de voorraad die nodig is om alle vrachtwagens op tijd te kunnen bedienen. De getallen geven de voorraden voor het gehele dienstencentrum weer.

5.3.3 Benodigde voorraadruimtes

In Tabel 5.3 zijn de aantallen kratten uit Tabel 5.2 omgerekend naar vierkante meters opslagruimte, waarbij 70% van het grondoppervlak vol staat met pallets, terwijl de overige ruimte open blijft als ruimte voor manoeuvreren. Bij het vloeroppervlak voor schoon fust is steeds 60 m² opgeteld voor het plaatsen van schoon fust dat bij de eerste vrachtwagen uit de reinigingsinstallatie komt. Op dat moment staat de rest van de opslagruimte immers nog vol met schoon fust dat in de loop van de dag opgehaald wordt.

aantal vrachtwagens per kwadrant	60 (60) min.		60 (90) min.		60 (120) min.	
	Vuile kratten	Schone kratten	vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten
3	411	386	309	283	206	180
4	514	489	360	334	206	180
5	617	591	411	386	206	180
6	720	694	463	437	206	180
7	823	797	514	489	206	180
8	926	900	566	540	206	180
9	1029	1003	617	591	206	180

Tabel 5.3: grondoppervlak (m²) voor opslag van vuil en schoon fust bij een servicetijd van 60 minuten en verschillende tijdsduren tussen twee aankomsten op een dok (tussen haken). De getallen geven het oppervlak voor het gehele dienstencentrum weer.

In het eerste logistieke ontwerp is 600 m² beschikbaar voor vuil fust en 600 m² voor schoon fust en in het tweede ontwerp 500 m² voor vuil fust en 2000 m² voor schoon fust

(zie Hoofdstuk 2). Wanneer we deze getallen vergelijken met de gegevens in Tabel 5.3, dan zien we dat de voor opslag gereserveerde oppervlakken alleen toerijkend zijn als de tijdsduur tussen de aankomsten van twee vrachtauto's ruim is (90 minuten), of het aantal vrachtwagens per dok per dag niet te groot is (minder dan 5).

5.3.4 Verschillende typen fust

Bij de berekeningen is er vanuit gegaan dat het fust uitwisselbaar is. In de praktijk is dat waarschijnlijk niet het geval, omdat er verschillende fustformaten gebruikt worden. In het ergste geval, wanneer er geen gegevens beschikbaar zijn over de aandelen van de verschillende formaten in het geheel, of wanneer deze aandelen sterk fluctueren, dan moet van elk formaat een volledige voorraad beschikbaar zijn. Dit betekent een enorme toename van de benodigde opslagcapaciteit voor schoon fust. Wanneer het schone fust decentraal opgeslagen is (zie Figuur 2.2), is bovendien veel intern transport van kratten nodig. Het is dan een optie aan elk kwadrant vrachtwagens met specifieke fustformaten toe te wijzen om het interne transport te beperken. Indien wel bekend is wat het aandeel van elk formaat is, of wanneer de fluctuaties gering zijn, dan kan daarop geanticipeerd worden en kan de extra opslagcapaciteit beperkt blijven.

5.3.5 Bedrijfstijden

In Tabel 5.4 is voor elk van de combinaties van 'tussentijden' en aantal vrachtwagens per kwadrant weergegeven hoe lang er vrachtwagens af en aan rijden en hoe lang er na het vertrek van de laatste vrachtwagen nog gereinigd moet worden om de ontstane voorraad vuil fust weg te werken. De totale tijd dat het dienstencentrum in bedrijf is, is alleen afhankelijk van het aantal vrachtwagens dat binnenkomt, niet van de tijdsintervallen ertussen¹.

aantal vrachtwagens per kwadrant	60 (60) min.		60 (90) min.		60 (120) min.	
	Totale servicetijd	Extra wastijd	totale servicetijd	Extra wastijd	totale servicetijd	extra wastijd
3	180	180	240	120	300	60
4	240	240	330	150	420	60
5	300	300	420	180	540	60
6	360	360	510	210	660	60
7	420	420	600	240	780	60
8	480	480	690	270	900	60
9	540	540	780	300	1020	60

Tabel 5.4: Tijdsduur waarin vrachtwagens bediend worden en de tijd nodig om ontstane voorraad vuil fust weg te werken, nadat de laatste vrachtwagen is vertrokken

Als er drie vrachtwagens per dok per dag arriveren, dan is het dienstencentrum zes uur in bedrijf. Er is twee uur nodig om de inhoud van één vrachtwagen te reinigen, dus één vrachtwagen per kwadrant extra verlengt de tijd dat het dienstencentrum in bedrijf is, met

¹ Dit geldt alleen als de wasinstallatie continu in bedrijf is. Als de tussentijd zo lang is dat er in die periode meer kratten gereinigd kunnen worden dan een vrachtwagen bevat, dan zorgt een langere tussentijd ervoor dat het dienstencentrum langer in bedrijf is.

twee uur. Er kunnen per werkdag dus maximaal vijf vrachtwagens per kwadrant gereinigd worden; de bedrijfstijd is dan tien uur.

5.3.6 Vergelijking van de aanvoerscenario's

Doordat de wascapaciteit van het dienstencentrum beperkt is tot ruwweg 50.000 à 60.000 kratten per werkdag, bepaalt dit voor elk van de scenario's het maximum aantal vrachtwagens dat per dag gereinigd kan worden. Gegeven deze beperking, blijken alle drie de varianten goed af te handelen te zijn. Wanneer we de resultaten voor de drie scenario's naast elkaar leggen, dan vallen een paar punten op:

- Bij vrachtwagens met 2000 kratten moet de tijd tussen twee aankomsten niet te lang zijn, want dan wordt de wascapaciteit niet optimaal benut doordat de reinigingsinstallatie tussendoor stilvalt.
- Per dag kan slechts een klein aantal vrachtwagens met 6000 kratten gereinigd worden. Wanneer niet uit voorraad geleverd wordt, is samenwerking tussen de kwadranten noodzakelijk om een redelijke servicetijd te garanderen; de tijd tussen twee aankomsten is lang. Ook wanneer uit voorraad gewerkt wordt, is het verstandig de tijd tussen twee aankomsten niet te kort te kiezen, om de benodigde voorraad schoon fust binnen de perken te houden.

Bij 6000 kratten per vrachtwagen is de opslagcapaciteit minder een knelpunt, doordat bij dit type krat twee maal zoveel kratten op een pallet passen.

5.3.7 Conclusies

Wanneer er uit voorraad gewerkt wordt, zien we dat de voorraad vuil fust en de benodigde voorraad schoon fust groot kunnen worden, afhankelijk van het aantal kratten per vrachtwagen, de tijdsduur tussen de aankomsten van twee vrachtwagens, het totaal aantal vrachtwagens en in mindere mate van de servicetijd. Zeker wanneer er veel verschillende fustformaten gebruikt worden en de vraag naar de verschillende formaten fluctueert, dan kan een grote opslagcapaciteit voor schoon fust nodig zijn.

1. Door de centrale ligging van het schone fust in de eerste logistieke inrichting is het lastig, zo niet onmogelijk, om de opslagcapaciteit voor schoon fust aan te passen wanneer de vraag zich wijzigt, het aantal vrachtwagens per dag toeneemt of nieuwe fustformaten toegevoegd worden.
2. Bij de tweede logistieke inrichting kan extra intern transport nodig zijn van schoon, decentraal opgeslagen fust om het juiste fustformaat bij de juiste vrachtwagen te krijgen. Bovendien voorziet dit ontwerp niet in de mogelijkheid de opslagcapaciteit voor vuil fust uit te breiden als het aanbod sterk toeneemt.

Om de bovengenoemde knelpunten te omzeilen is een alternatieve logistieke inrichting ontworpen die in de volgende paragraaf geanalyseerd zal worden.

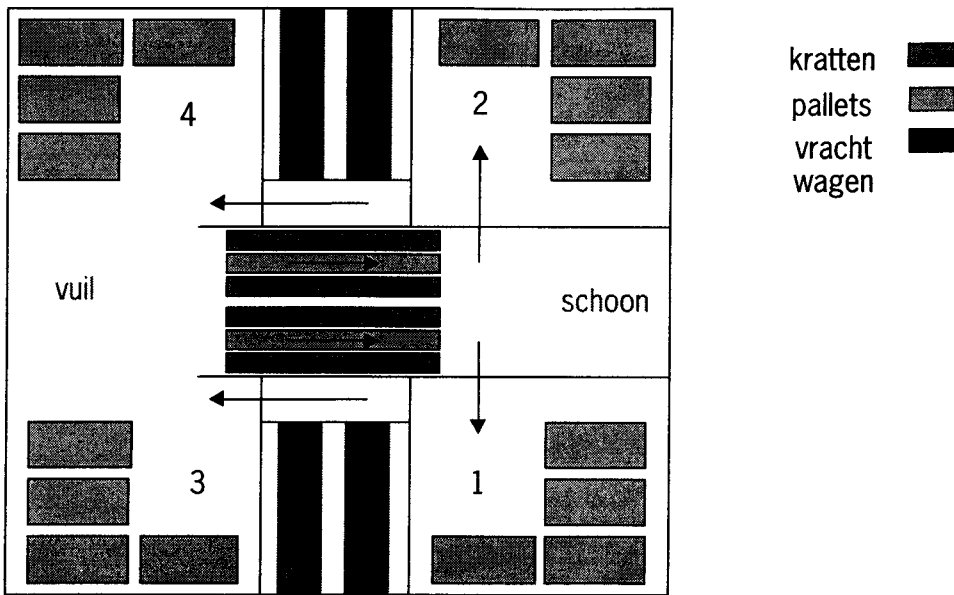
5.4 Alternatief ontwerp

Waar in de twee oorspronkelijke ontwerpen de voorraad schoon respectievelijk vuil fust centraal geplaatst is in het dienstencentrum, is in het alternatieve ontwerp de reinigingsinstallaties centraal opgesteld, met aan de ene zijde daarvan het vuile fust en aan de andere het schone fust. Op deze manier kunnen de opslagcapaciteiten relatief gemakkelijk aangepast worden (uitbreidingen aan de zijkanten van het dienstencentrum), is er geen extra intern transport nodig en kan de volledige wascapaciteit gemakkelijk

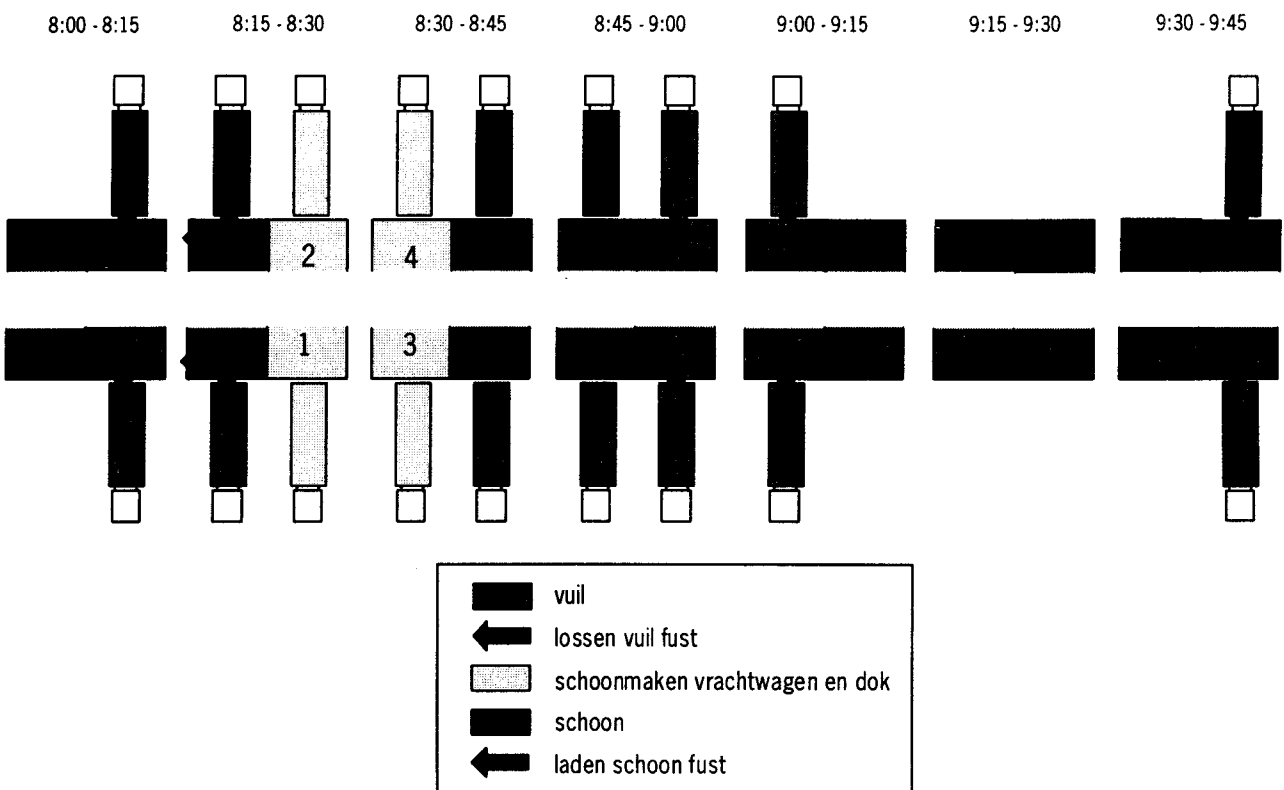
ingezet worden voor één vrachtwagen, wat het mogelijk maakt voor een vrachtwagen eigen fust te reinigen zonder dat de servicetijd te lang wordt. Voorwaarde is wel, dat niet steeds vier vrachtwagens tegelijk arriveren: de aankomsten zullen gespreid moeten worden in de tijd. Bij een tussenaankomsttijd van 120 minuten betekent dit dat er elk half uur een vrachtwagen arriveert. Wanneer ditzelfde principe aangehouden wordt bij uit voorraad werken, dan kan nog iets bespaard worden op de opslagcapaciteit (in vergelijking met de oorspronkelijke ontwerpen) doordat zowel aan- als afvoer gespreid is.

Voor optimaal gebruik van de voorgestelde inrichting is een goede planning noodzakelijk. In Appendix E zijn drie tijdsplanningen gegeven. Figuur 5.6 geeft aan in welke volgorde er gelost, gereinigd en geladen moet worden om het kruisen van vuil en schoon fust te voorkomen.

In Appendix D zijn de tabellen opgenomen met de voorraden vuil en schoon fust, de opslag oppervlakten en de bedrijfstijden, analoog aan de Tabellen 5.2 tot en met 5.4.



Figuur 5.5: alternatieve logistieke inrichting met de wasinstallaties centraal opgesteld.



Figuur 5.6: volgorde van lossen, reinigen en laden om kruisen van vuil en schoon fust te voorkomen. Er wordt uit voorraad gewerkt, de servicetijd is 60 minuten en de tijd tussen twee aankomsten op een dok is 90 minuten. Eén vrachtwagen bevat 3000 kratten.

6 Conclusies en aanbevelingen

In dit rapport is een logistieke analyse gemaakt van twee ontwerpen van een dienstencentrum voor het reinigen en beheer van meermalig fust en pallets. Beide ontwerpen zijn opgebouwd uit vier kwadranten rondom een centrale voorraadruimte. In het eerste ontwerp (zie Figuur 2.1) wordt de centrale voorraadruimte gebruikt voor schoon fust en in het tweede ontwerp voor vuil fust (zie figuur 2.2).

In dit onderzoek is een analyse gemaakt van de aanvoerstroom naar het dienstencentrum en zijn de productstromen in het dienstencentrum gesimuleerd door middel van een spreadsheetmodel. Op basis van deze simulatie zijn beide ontwerpen geanalyseerd en is een alternatief ontwerp geformuleerd.

6.1 Analyse van de aanvoerstroom naar het dienstencentrum

Voor een adequate inrichting van het dienstencentrum is het belangrijk om een goede inschatting te hebben van de dagelijkse aanvoer naar het dienstencentrum. Daartoe zijn, samen met Pal Krat BV, de belangrijkste logistieke kentallen verzameld:

- Assortiment pallets en kratten
- Karakteristieken pallets en kratten
- Aantallen kratten per pallet en vrachtwagen

Gemiddeld zitten er ongeveer 2700 kratten in een vrachtwagen met uitschieters naar beneden van 1000 kratten (CBL 23 fust) en uitschieters naar boven van 6000 kratten (Didak type 1 fust). Op basis van deze kentallen is een spreadsheetmodel ontwikkeld dat gegeven de verzameling (potentiële) klanten de dagelijkse aanvoerstroom vrachtwagens, pallets en kratten berekent.

Het bleek lastig voor Pal Krat BV om op dit moment een goede inschatting te maken van de verzameling klanten voor het dienstencentrum. In overleg met de opdrachtgever is daarom besloten om de volgende aanvoerscenario's te formuleren:

- **Scenario 1:** 3000 kratten per vrachtwagen (corresponderend met de gemiddelde situatie)
- **Scenario 2:** 2000 kratten per vrachtwagen (voorzichtige inschatting, niet iedere vrachtwagen is volledig beladen)
- **Scenario 3:** 6000 kratten per vrachtwagen (corresponderend met de situatie dat Pal Krat zelf de distributie en beheer van nestbare Didak kratten ter hand neemt)

waarbij elk kwadrant de vrachtwagens moet reinigen in een servicetijd van maximaal een uur. Voor de tijd tussen de aankomsten van vrachtwagens per kwadrant en het aantal vrachtwagens dat gereinigd moet worden, zijn verschillende waarden onderzocht. De aanvoerscenario's zijn dus zodanig in elkaar gezet om goed de knelpunten in de logistieke inrichting boven tafel te krijgen.

6.2 Analyse van de krattenstromen in het dienstencentrum

Alvorens de details te bespreken van beide ontwerpen, zullen we eerst kort ingaan op de keuzemogelijkheden die er bestaan met betrekking tot de werkwijze van het dienstencentrum.

Een belangrijke keuze is of uit voorraad gewerkt wordt of niet. In het geval niet uit voorraad gewerkt wordt, krijgt iedere vrachtwagen zijn eigen gereinigde kratten weer terug. In het geval dat uit voorraad gewerkt wordt, mogen de vuile kratten omgewisseld worden voor andere al gereinigde kratten. Werken uit voorraad heeft dus als voordeel dat de servicetijd verkort kan worden, er hoeft immers niet op het reinigen van de kratten gewacht te worden, maar heeft als nadeel dat grote aantallen schone kratten op voorraad gehouden moeten worden. Uit de simulaties blijkt dat de aantallen vuil en schoon fust ongeveer even groot zijn.

In de situatie dat niet uit voorraad gewerkt wordt, is het wenselijk dat de kwadranten gaan samenwerken door de totale wascapaciteit omstebeurt voor een kwadrant in te zetten. Hierdoor is een hogere servicetijd mogelijk, maar is enige afstemming en planning nodig.

De verschillen in werkwijze vertalen zich in verschillen in servicetijden, de minimale tijdsduur tussen de aankomsten van vrachtwagens per kwadrant, en de voorraadhoogtes vuile en schone kratten. We lichten dit toe aan de hand van aanvoerscenario I bij een reinigingscapaciteit van 1500 kratten per uur per kwadrant.

6.2.1 Niet werken uit voorraad

Als ieder kwadrant autonoom werkt, heeft het dienstencentrum 120 minuten nodig om de kratten van een vrachtwagen te reinigen, en bedraagt de servicetijd in de orde van 140 minuten (inclusief laden en lossen).

Bij samenwerking tussen alle vier de kwadranten, heeft het dienstencentrum 30 minuten nodig om de kratten te reinigen, en bedraagt de servicetijd in de orde van 50 minuten (inclusief laden en lossen). Echter ieder kwadrant moet wel wachten voordat het aan de beurt is om over de volledige reinigingscapaciteit te beschikken. De tijd tussen de aankomsten per kwadrant bedraagt dus minimaal $4 \times 30 = 120$ minuten bij een volledige bezetting van het dienstencentrum. Oftewel, iedere 30 minuten wordt er een volledige vrachtwagen gewassen. Het laad/losdok staat dus een uur leeg.

Samenwerking leidt tot een kortere servicetijd en tijdsduur tussen de aankomsten van vrachtwagens per kwadrant. Bij niet werken uit voorraad zijn dus nauwelijks voorraden nodig, maar is wel een duidelijke afstemming en planning tussen de kwadranten noodzakelijk.

6.2.2 Werken uit voorraad

Beschouw de situatie met een servicetijd van 60 minuten en een tijdsduur tussen aankomsten van vrachtwagens per kwadrant van 60 minuten. Als ieder kwadrant autonoom werkt, groeit de voorraad vuil fust, en de benodigde voorraad schoon fust, met het verschil van de aanvoersnelheid en de reinigingssnelheid. In dit geval dus met $3000 - 1500 = 1500$ kratten per uur. Na het vertrek van de laatste vrachtwagen op een kwadrant heeft een kwadrant nog n uur nodig om de opgebouwde voorraad vuil fust te reinigen, waarbij n het aantal vrachtwagens is.

Voor het gehele dienstencentrum (vier kwadranten) groeit de voorraad vuil en benodigd schoon fust met $4 \times 1500 = 6000$ kratten per uur. Merk op dat 6000 kratten correspondeert met 90m^2 voorraadruimte vuil fust en 90m^2 voorraadruimte schoon fust.

Samenwerking tussen kwadranten leidt hier dus niet tot verbeteringen in de performance van het dienstencentrum. Een verlenging van de tijdsduur tussen de aankomsten per kwadrant leidt wel tot een aanzienlijke verlaging van de aantallen vuil en benodigd schoon fust. Bij een tijdsduur van 90 minuten tussen aankomsten per kwadrant, groeit de

voorraad vuil en benodigd schoon fust met maar 2000 kratten per uur. Dit correspondeert met 30m² voorraadruimte vuil fust en 30m² voorraadruimte schoon fust.

6.3 Analyse van de logistieke ontwerpen

In essentie zijn de beschreven werkwijze van het dienstencentrum en de logistieke performance haalbaar in beide ontwerpen. We beperken ons daarom tot enkele kanttekeningen bij ieder van de ontwerpen. We gaan daarbij uit van aanvoerscenario I.

6.3.1 Ontwerp 1: voorraad schoon fust centraal

(+) In het ontwerp is voldoende voorraadruimte om de aantallen vuil en benodigd schoon fust tijdelijk op te kunnen slaan. Het oppervlak van 150m² per kwadrant is voldoende om achter elkaar 6 á 7 vrachtwagens te kunnen afhandelen per kwadrant.

(-) Een duidelijk bezwaar aan deze inrichting is dat het erg moeilijk is om de kwadranten te laten samenwerken. Voor het benutten van de gezamenlijke wascapaciteit is erg veel intern transport nodig.

(-) Het ontwerp is op een zodanige wijze opgezet dat zo wie zo veel intern transport nodig is. Daardoor gaat veel vloeroppervlak verloren.

(-) De plaatsing van de voorraad met schoon fust heeft als nadeel dat deze ruimte niet uitbreidbaar is als er meer voorraadruimte nodig zou blijken

Samenvattend, dit ontwerp is met name geschikt om uit voorraad te gaan werken, waarbij de kwadranten niet met elkaar samenwerken.

6.3.2 Ontwerp 2: voorraad vuil fust centraal

(+) De buffer voor schoon fust is voldoende groot en heeft voldoende ruimte om een ruimere voorraad aan te houden. Door de ligging zijn de voorraadruimtes bovendien makkelijk uit te breiden.

(+) Door de centrale ligging van de buffer is samenwerking tussen de kwadranten mogelijk. Het is goed mogelijk om de wascapaciteit gezamenlijk te gebruiken.

(-) De samenwerking tussen kwadranten wordt echter bemoeilijkt bij werken niet uit voorraad. Er is dan veel intern transport, en zelfs speciale gangen, nodig om de gereinigde kratten naar het juiste kwadrant terug te brengen.

(-) De buffer voor vuil fust is duidelijk aan de krappe kant. Per kwadrant kunnen maximaal 4 á 5 vrachtwagens gereinigd worden achter elkaar. De voorraadruimte is niet uit te breiden. Er is een duidelijke onbalans tussen de voorraadruimte voor vuil en schoon fust.

Samenvattend, ook dit ontwerp is met name geschikt om uit voorraad te werken, waarbij de kwadranten eventueel met elkaar kunnen samenwerken. Werken niet uit voorraad is mogelijk.

6.3.3 Alternatief ontwerp: wasstraat centraal

In dit ontwerp is de reinigingsinstallaties centraal opgesteld, met aan de ene zijde daarvan de voorraad vuil fust en aan de andere zijde de voorraad schoon fust (zie Figuur 5.5).

(+) De voorraadruimtes voor vuil en benodigde schoon fust zijn voldoende groot en zijn makkelijk uit te breiden vanwege de ligging aan de zijanten van het dienstencentrum.

(+) Door de centrale plaatsing van de wasstraat is het gezamenlijk gebruik van de wascapaciteit eenvoudig te organiseren. Daardoor is zowel werken uit voorraad als werken niet uit voorraad goed mogelijk, en zelfs te combineren.

(+) Intern transport wordt tot een minimum beperkt

(-) De logistieke inrichting vereist een strakke planning om te voorkomen dat stromen vuile en schone kratten elkaar kruisen bij de laad/losdokken.

Samenvattend, een flexibel ontwerp met betrekking tot zowel de voorraadruimtes als de werkwijze van het dienstencentrum.

6.4 Aanbevelingen

- Probeer een betere inschatting te maken van de dagelijkse aanvoerstromen naar het dienstencentrum op basis van de set beoogde klanten.
- Zet de wasstraat centraal in het dienstencentrum als de lay-out van het gebouw dat toelaat. Kies voor het alternatieve ontwerp.
- Laat de vier kwadranten met elkaar samenwerken.
- Zorg voor een strakke planning van het lossen, reinigen, en laden van de vrachtwagens.
- Een servicetijd van 60 minuten is goed te garanderen. Dit kan zowel bij werken uit voorraad als bij werken niet uit voorraad
- Neem een tijdsduur tussen de aankomst van vrachtwagens per kwadrant van meer dan een uur, bijvoorbeeld 90 minuten.

Appendices

A Modelling aanvoerstream naar het dienstencentrum

Illustratie van het spreadsheetmodel om de dagelijkse aanvoerstromen naar het dienstencentrum te berekenen op basis van de beoogde klantenset. De gebruikte klantenset is fictief.

Input

INPUT		Kratzen		rood vlees sector		wit vlees sector		CBL vers fust					Euro
Klant ID	Naam	E1	E2	E5	E6	7.6	11.5	16.7	23	halve	deksel	standaard	nes
1	Klant A	per week	7,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		maandag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		dinsdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		woensdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		donderdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		vrijdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		Blok	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Euro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	Klant B	per week	4,000	120,000	0	0	100,000	100,000	0	0	0	0	0
		maandag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		dinsdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		woensdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		donderdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		vrijdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		Blok	100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%
		Euro	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
3	Klant C	per week	0	0	0	0	7,500	0	0	0	0	0	0
		maandag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		dinsdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		woensdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		donderdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		vrijdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		Blok	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Euro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4	.....	per week	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		maandag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		dinsdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		woensdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		donderdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		vrijdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		Blok	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Euro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	.....	per week	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		maandag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		dinsdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		woensdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		donderdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		vrijdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		Blok	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Euro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6	.....	per week	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		maandag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		dinsdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		woensdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		donderdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		vrijdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		Blok	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Euro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	.....	per week	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		maandag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		dinsdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		woensdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		donderdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		vrijdag	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		Blok	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Euro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
8	.....	per week	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Output

IT

Overzicht

Naam

Klant A
Klant B
Klant C

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

En kratten per week

	rood vlees sector		wit vlees sector		CBL vers fust						Euro		Totaal	
	E1	E2	E5	E6	7.6	11.5	16.7	23	halfje	deksel	standaard	nestbaar		
	7,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,500
	4,000	120,000	0	0	100,000	100,000	0	0	0	0	0	0	0	324,000
	0	0	0	0	7,500	0	0	0	0	0	0	0	0	7,500
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11,500	120,000	0	0	107,500	100,000	0	0	0	0	0	0	0	339,000

Pallets per week

	Pallets bij kratten		Losse pallets		Totaal
	# blok	# Euro	# blok	# Euro	
1	75	0	0	0	75
2	2,685	1,316	0	0	4,001
3	48	0	0	0	48
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
	2,808	1,316	0	0	4,124

Totaal aantal vrachtwagens per week

	Aantal vrachtwagens met		Totaal
	Blok pallets	Euro pallets	
1	3	0	3
2	104	40	144
3	2	0	2
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
	109	40	149

Aantal vrachtwagens per dag

Klant ID	maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag	Totaal
1	1	1	1	1	1	5
2	29	29	29	29	29	145
3	1	1	1	1	1	5
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
Totaal	31	31	31	31	31	155

Aantal kratten per dag

Klant ID	maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag	Totaal
1	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	7,500
2	64,800	64,800	64,800	64,800	64,800	324,000
3	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	7,500
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
Totaal	67,800	67,800	67,800	67,800	67,800	339,000

Gemiddeld aantal kratten per vrachtwagen

Klant ID	maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag	Gemiddeld
1	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
2	2,234	2,234	2,234	2,234	2,234	2,234
3	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0

B Tweeduizend kratten per vrachtwagen, honderd per pallet

aantal vrachtwagens per kwadrant	60 (60) min.		60 (90) min.		60 (120) min.	
	vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten
3	12000	7000	8000	3000	8000	3000
4	14000	9000	8000	3000	8000	3000
5	16000	11000	8000	3000	8000	3000
6	18000	13000	8000	3000	8000	3000
7	20000	15000	8000	3000	8000	3000
8	22000	17000	8000	3000	8000	3000
9	24000	19000	8000	3000	8000	3000
10	26000	21000	8000	3000	8000	3000
11	28000	23000	8000	3000	8000	3000
12	30000	25000	8000	3000	8000	3000

Piekbelastingen vuil en schoon fust bij een servicetijd van 60 minuten en verschillende tijdsduren tussen twee aankomsten op een dok. Bij vuil fust geeft het aantal kratten de opgebouwde voorraad weer en bij schoon fust de voorraad die nodig is om alle vrachtwagens op tijd te kunnen bedienen. De getallen geven de voorraden voor het gehele dienstencentrum weer.

aantal vrachtwagens per kwadrant	60 (60) min.		60 (90) min.		60 (120) min.	
	vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten
3	171	120	137	137	137	137
4	206	154	137	137	137	137
5	240	189	137	137	137	137
6	274	223	137	137	137	137
7	309	257	137	137	137	137
8	343	291	137	137	137	137
9	377	326	137	137	137	137
10	411	360	137	137	137	137
11	446	394	137	137	137	137
12	480	429	137	137	137	137

Grondoppervlak (m²) voor opslag van vuil en schoon fust bij een servicetijd van 60 minuten en verschillende tijdsduren tussen twee aankomsten op een dok. De getallen geven het oppervlak voor het gehele dienstencentrum weer.

aantal vrachtwagens per kwadrant	60 (60) min.		60 (90) min.		60 (120) min.	
	totale servicetijd	extra wastijd	totale servicetijd	extra wastijd	totale servicetijd	extra wastijd
3	180	60	240	0	300	0
4	240	80	330	0	420	0
5	300	100	420	0	540	0
6	360	120	510	0	660	0
7	420	140	600	0	780	0
8	480	160	690	0	900	0
9	540	180	780	0	1020	0
10	600	200	870	0	1140	0
11	660	220	960	0	1260	0
12	720	240	1050	0	1380	0

Tijdsduur waarin vrachtwagens bediend worden en de tijd nodig om ontstane voorraad vuil fust weg te werken, nadat de laatste vrachtwagen is vertrokken.

C. Zesduidend kratten per vrachtwagen, tweehonderd per pallet

Aantal vrachtwagens per kwadrant	60 (60) min.		60 (90) min.		60 (120) min.	
	vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten
1	23000	20000	23000	20000	23000	20000
2	41000	38000	38000	35000	35000	32000
3	59000	56000	53000	50000	47000	44000
4	77000	74000	68000	65000	59000	56000
5	95000	92000	83000	80000	71000	68000

Piekbelastingen vuil en schoon fust bij een servicetijd van 60 minuten en verschillende tijdsduren tussen twee aankomsten op een dok. Bij vuil fust geeft het aantal kratten de opgebouwde voorraad weer en bij schoon fust de voorraad die nodig is om alle vrachtwagens op tijd te kunnen bedienen. De getallen geven de voorraden voor het gehele dienstencentrum weer.

aantal vrachtwagens per kwadrant	60 (60) min.		60 (90) min.		60 (120) min.	
	vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten
1	197	201	197	201	197	201
2	351	356	326	330	300	304
3	506	510	454	459	403	407
4	660	664	583	587	506	510
5	814	819	711	716	609	613

Grondoppervlak (m²) voor opslag van vuil en schoon fust bij een servicetijd van 60 minuten en verschillende tijdsduren tussen twee aankomsten op een dok. De getallen geven het oppervlak voor het gehele dienstencentrum weer.

aantal vrachtwagens per kwadrant	60 (60) min.		60 (90) min.		60 (120) min.	
	totale servicetijd	extra wastijd	totale servicetijd	extra wastijd	totale servicetijd	extra wastijd
1	60	190	60	190	60	190
2	120	370	150	340	180	310
3	180	550	240	490	300	430
4	240	730	330	640	420	550
5	300	910	420	790	540	670

Tijdsduur waarin vrachtwagens bediend worden en de tijd nodig om ontstane voorraad vuil fust weg te werken, nadat de laatste vrachtwagen is vertrokken.

D. Alternatief logistiek ontwerp

De onderstaande tabel laat zien dat samenwerking noodzakelijk is om ook bij een aanvoerscenario van 6000 kratten (eigen fust) per vrachtwagen de servicetijd beperkt te houden.

samenwerking	aantal kratten per vrachtwagen	servicetijd (minuten)	tijd tussen aankomsten vrachtwagens (minuten)
1+2+3+4	2000	40	80
1+2+3+4	3000	50	120
1+2+3+4	6000	80	240

Servicetijd en tijd tussen twee aankomsten op een dok wanneer alle wascapaciteit tegelijk voor één vrachtwagen ingezet kan worden, voor verschillende aantallen kratten per vrachtwagen.

In de tabel hieronder is de opslagcapaciteit voor vuil fust en de benodigde voorraad schoon fust weergegeven, wanneer de vrachtwagens gespreid binnenkomen. Wanneer dit niet mogelijk is, dan gelden de voorraden zoals weergegeven in Tabel 5.2. In de daarop volgende tabellen zijn de aantallen kratten omgerekend naar vierkante meters vloeroppervlak en bedrijfstijden (servicetijden en extra wastijd nodig om de ontstane voorraad vuil fust weg te werken).

aantal vrachtwagens per kwadrant	60 (60) min.		60 (90) min.		60 (120) min.	
	vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten
3	19000	17000	10000	8000	2000	0
4	25000	23000	13000	11000	2000	0
5	31000	29000	16000	14000	2000	0
6	37000	35000	19000	17000	2000	0
7	43000	41000	22000	20000	2000	0
8	49000	47000	25000	23000	2000	0
9	55000	53000	28000	26000	2000	0

Piekbelastingen vuil en schoon fust bij een servicetijd van 60 minuten, een belading van 3000 kratten per vrachtwagen en verschillende tijdsduren tussen twee aankomsten op een dok. Bij vuil fust geeft het aantal kratten de opgebouwde voorraad weer en bij schoon fust de voorraad die nodig is om alle vrachtwagens op tijd te kunnen bedienen. De getallen geven de voorraden voor het gehele dienstencentrum weer.

aantal vrachtwagens per kwadrant	60 (60) min.		60 (90) min.		60 (120) min.	
	vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten	vuile kratten	schone kratten
3	326	334	171	180	34	43
4	429	437	223	232	34	43
5	531	540	274	283	34	43
6	634	643	326	334	34	43
7	737	746	377	386	34	43
8	840	849	429	437	34	43
9	943	952	480	489	34	43

Grondoppervlak (m²) voor opslag van vuil en schoon fust bij een servicetijd van 60 minuten en verschillende tijdsduren tussen twee aankomsten op een dok. De getallen geven het oppervlak voor het gehele dienstencentrum weer.

aantal vrachtwagens per kwadrant	60 (60) min.		60 (90) min.		60 (120) min.	
	totale servicetijd	extra wastijd	totale servicetijd	extra wastijd	totale servicetijd	extra wastijd
3	230	130	320	40	390	0
4	290	190	410	70	510	0
5	350	250	500	100	630	0
6	410	310	590	130	750	0
7	470	370	680	160	870	0
8	530	430	770	190	990	0
9	590	490	860	220	1110	0

Tijdsduur waarin vrachtwagens bediend worden en de tijd nodig om ontstane voorraad vuil fust weg te werken, nadat de laatste vrachtwagen is vertrokken.

E. Tijdsplanningen

In de onderstaande tabellen zijn mogelijke tijdsplanningen gegeven voor de alternatieve logistieke inrichting. De getallen 1, 2, 3 en 4 geven aan voor welk kwadrant er gewerkt wordt (1&2 betekent dat er in beide kwadranten gelost of geladen wordt). Er is aangenomen dat een vrachtwagen 3000 kratten bevat en dat er 100 kratten op een pallet gaan.

geen eigen fust: werken uit voorraad

servicetijd 60 min

tijd tussen twee vrachtwagens 60 min

(1) negatief: voorraad nodig

tijd	vuil fust lossen	fust reinigen	schoon fust laden	voorraad vuil fust	voorraad schoon fust (1)
8:00 - 8:15	1 & 2			6000	
8:15 - 8:30	3 & 4	1		10500	1500
8:30 - 8:45		1		9000	3000
8:45 - 9:00		2	1 & 2	7500	-1500
9:00 - 9:15	1 & 2	2	3 & 4	12000	-6000
9:15 - 9:30	3 & 4	3		16500	-4500
9:30 - 9:45		3		15000	-3000
9:45 - 10:00		4	1 & 2	13500	-7500
10:00 - 10:15	1 & 2	4	3 & 4	18000	-12000
10:15 - 10:30	3 & 4	1		22500	-10500
10:30 - 10:45		1		21000	-9000
10:45 - 11:00		2	1 & 2	19500	-13500
11:00 - 11:15	1 & 2	2	3 & 4	24000	-18000
11:15 - 11:30	3 & 4	3		28500	-16500
11:30 - 11:45		3		27000	-15000
11:45 - 12:00		4	1 & 2	25500	-19500
12:00 - 12:15	1 & 2	4	3 & 4	30000	-24000
12:15 - 12:30	3 & 4	1		34500	-22500
12:30 - 12:45		1		33000	-21000
12:45 - 13:00		2	1 & 2	31500	-25500
13:00 - 13:15		2	3 & 4	30000	-30000
13:15 - 13:30		3		28500	-28500
13:30 - 13:45		3		27000	-27000
13:45 - 14:00		4		25500	-25500
14:00 - 14:15		4		24000	-24000
14:15 - 14:30		1		22500	-22500
14:30 - 14:45		1		21000	-21000
14:45 - 15:00		2		19500	-19500
15:00 - 15:15		2		18000	-18000
15:15 - 15:30		3		16500	-16500
15:30 - 15:45		3		15000	-15000
15:45 - 16:00		4		13500	-13500
16:00 - 16:15		4		12000	-12000
16:15 - 16:30		1		10500	-10500
16:30 - 16:45		1		9000	-9000
16:45 - 17:00		2		7500	-7500
17:00 - 17:15		2		6000	-6000
17:15 - 17:30		3		4500	-4500
17:30 - 17:45		3		3000	-3000
17:45 - 18:00		4		1500	-1500
18:00 - 18:15		4		0	0
18:15 - 18:30		1		0	0

geen eigen fust: werken uit voorraad

servicetijd 60 min

tijd tussen twee vrachtwagens 90 min

(1) negatief: voorraad nodig

tijd	vuil fust lossen	fust reinigen	schoon fust laden	voorraad vuil fust	voorraad schoon fust (1)
8:00 - 8:15	1 & 2			6000	
8:15 - 8:30	3 & 4	1		10500	1500
8:30 - 8:45		1		9000	3000
8:45 - 9:00		2	1 & 2	7500	-1500
9:00 - 9:15		2	3 & 4	6000	-6000
9:15 - 9:30		3		4500	-4500
9:30 - 9:45	1 & 2	3		9000	-3000
9:45 - 10:00	3 & 4	4		13500	-1500
10:00 - 10:15		4		12000	0
10:15 - 10:30		1	1 & 2	10500	-4500
10:30 - 10:45		1	3 & 4	9000	-9000
10:45 - 11:00		2		7500	-7500
11:00 - 11:15	1 & 2	2		12000	-6000
11:15 - 11:30	3 & 4	3		16500	-4500
11:30 - 11:45		3		15000	-3000
11:45 - 12:00		4	1 & 2	13500	-7500
12:00 - 12:15		4	3 & 4	12000	-12000
12:15 - 12:30		1		10500	-10500
12:30 - 12:45	1 & 2	1		15000	-9000
12:45 - 13:00	3 & 4	2		19500	-7500
13:00 - 13:15		2		18000	-6000
13:15 - 13:30		3	1 & 2	16500	-10500
13:30 - 13:45		3	3 & 4	15000	-15000
13:45 - 14:00		4		13500	-13500
14:00 - 14:15	1 & 2	4		18000	-12000
14:15 - 14:30	3 & 4	1		22500	-10500
14:30 - 14:45		1		21000	-9000
14:45 - 15:00		2	1 & 2	19500	-13500
15:00 - 15:15		2	3 & 4	18000	-18000
15:15 - 15:30		3		16500	-16500
15:30 - 15:45		3		15000	-15000
15:45 - 16:00		4		13500	-13500
16:00 - 16:15		4		12000	-12000
16:15 - 16:30		1		10500	-10500
16:30 - 16:45		1		9000	-9000
16:45 - 17:00		2		7500	-7500
17:00 - 17:15		2		6000	-6000
17:15 - 17:30		3		4500	-4500
17:30 - 17:45		3		3000	-3000
17:45 - 18:00		4		1500	-1500
18:00 - 18:15		4		0	0
18:15 - 18:30				0	0

eigen fust: niet werken uit voorraad

servicetijd

60 min

tijd tussen twee vrachtwagens

120 min

tijd	vuil fust lossen	fust reinigen	schoon fust laden	voorraad vuil fust	voorraad schoon fust
8:00 - 8:15	1			3000	0
8:15 - 8:30		1		1500	1500
8:30 - 8:45	3	1		3000	3000
8:45 - 9:00		3	1	1500	1500
9:00 - 9:15	2	3		3000	3000
9:15 - 9:30		2	3	1500	1500
9:30 - 9:45	4	2		3000	3000
9:45 - 10:00		4	2	1500	1500
10:00 - 10:15	1	4		3000	3000
10:15 - 10:30		1	4	1500	1500
10:30 - 10:45	3	1		3000	3000
10:45 - 11:00		3	1	1500	1500
11:00 - 11:15	2	3		3000	3000
11:15 - 11:30		2	3	1500	1500
11:30 - 11:45	4	2		3000	3000
11:45 - 12:00		4	2	1500	1500
12:00 - 12:15	1	4		3000	3000
12:15 - 12:30		1	4	1500	1500
12:30 - 12:45	3	1		3000	3000
12:45 - 13:00		3	1	1500	1500
13:00 - 13:15	2	3		3000	3000
13:15 - 13:30		2	3	1500	1500
13:30 - 13:45	4	2		3000	3000
13:45 - 14:00		4	2	1500	1500
14:00 - 14:15	1	4		3000	3000
14:15 - 14:30		1	4	1500	1500
14:30 - 14:45	3	1		3000	3000
14:45 - 15:00		3	1	1500	1500
15:00 - 15:15	2	3		3000	3000
15:15 - 15:30		2	3	1500	1500
15:30 - 15:45	4	2		3000	3000
15:45 - 16:00		4	2	1500	1500
16:00 - 16:15	1	4		3000	3000
16:15 - 16:30		1	4	1500	1500
16:30 - 16:45	3	1		3000	3000
16:45 - 17:00		3	1	1500	1500
17:00 - 17:15	2	3		3000	3000
17:15 - 17:30		2	3	1500	1500
17:30 - 17:45	4	2		3000	3000
17:45 - 18:00		4	2	1500	1500
18:00 - 18:15		4		0	3000
18:15 - 18:30			4	0	0