

2016

De indeling van het magazijn bij Brinkers B.V.

Bacheloropdracht:

Naam:	Bettina Plomp
Studentnummer:	s1450077
Studie:	Technische Bedrijfskunde

Begeleiders	
Universiteit Twente:	L. L. M. Van der Wegen P.C. Schuur
Brinkers B.V.:	J. Kuipers

UNIVERSITEIT TWENTE.



Voorwoord

Voor mijn studie technische bedrijfskunde aan de Universiteit Twente heb ik dit onderzoek gedaan in het kader van mijn bacheloropdracht. Het doel van het onderzoek was het beter benutten van de beschikbare ruimte in het magazijn.

De drie maanden durende stage is het eerste moment in mijn studie waarmee ik de geleerde theorie kan toepassen in de praktijk. Dit was voor mij een nieuwe en zeer leerzame ervaring en daarom wil ik graag een aantal mensen bedanken die mij in dit proces hebben begeleid.

Allereerst wil ik mijn begeleider van Brinkers, Jan-Arjen Kuipers bedanken. Ondanks zijn drukke rooster maakte hij elke keer weer wat tijd vrij en gaf waardevolle feedback op mijn werk. Daarnaast wil ik ook de andere medewerkers van Brinkers bedanken die altijd bereid waren tijd vrij te maken voor mijn vragen en die mij op deze manier hebben geholpen bij het verzamelen van de nodige informatie.

Ten tweede wil ik graag mijn begeleider van de UT, Leo van der Wegen bedanken voor zijn opbouwende kritiek en persoonlijke betrokkenheid. Ook wil ik mijn 2^e begeleider, Peter Schuur ook bedanken voor zijn feedback op het onderzoek.

Tenslotte wil ik ook mijn vrienden en familie bedanken voor de interesse die zij hebben getoond.

Bettina Plomp,

Enschede, 18 augustus 2016

Samenvatting

Brinkers heeft de afgelopen jaren een enorme groei doorgemaakt. Vorig jaar is het bedrijf met dubbele cijfers gegroeid en de verwachting is dat dit aankomend jaar weer zo zal zijn. Deze groei leidt tot grotere voorraden, maar Brinkers kan deze grotere voorraden niet kwijt in het magazijn. De producten die niet meer in het magazijn passen, worden bij extern opslagbedrijf 1 of bij extern opslagbedrijf 2 opgeslagen. Deze situatie wil Brinkers zoveel mogelijk voorkomen en daarom is er behoefte aan een onderzoek om te kijken hoe de externe opslag kan worden verminderd.

De hoofdvraag van het onderzoek is:

“Hoe kan Brinkers de inrichting van het magazijn zo veranderen dat de beschikbare ruimte beter wordt benut?”

Brinkers maakt gebruik van vier verschillende magazijnen waarvan het eigen magazijn het onderwerp van dit onderzoek vormt. Alle producten met een houdbaarheidsdatum worden volgens de FIFO methode (First In First Out) weggezet. Daarentegen dragen verpakkingsmaterialen, zoals deksels, geen houdbaarheidsdatum en worden volgens de LIFO methode (Last In First Out) geplaatst. Qua indeling worden twee methoden toegepast. De indelingsmethode die wordt aangehouden is voor allergene grondstoffen een toegewezen indeling en voor alle andere producten een gegroepeerde indeling. Het huidige opslagsysteem is blokstapeling in combinatie met het gebruik van palletstellingen, waarbij heftrucks gebruikt worden om de pallets te vervoeren. Het gebruik van de FIFO methode in combinatie met blokstapeling blijkt in de praktijk arbeidsintensief. De magazijnmedewerkers besteden veel uren aan het wegzetten en verzamelen van pallets. Uit de voorraadniveaus van gereed product en van deksels blijkt dat er een klein aantal SKU's is dat op voorraad wordt geproduceerd.

Er zijn vier verschillende scenario's gecreëerd waarbij is gekeken naar mogelijke opslagsystemen. Scenario 1 maakt gebruik van palletstellingen in combinatie met een tele-reachtruck. Hierbij kunnen de pallets twee diep worden opgeslagen en zijn de gangpaden ongeveer 3 meter breed in vergelijking tot 5 meter in de huidige situatie. Scenario 2 bestaat uit het gebruik van palletstellingen in combinatie met combitrucks. Combitrucks worden ook wel smalle gangen trucks genoemd. Bij het gebruik van combitrucks is de gangbreedte ongeveer 1,5 meter en zijn alle artikelen direct beschikbaar doordat de truck geen uitschuifbare vork heeft. Scenario 3 combineert de palletstelling (met het gebruik van tele-reachtrucks) met de verrijdbare stelling. De verrijdbare palletstellingen bestaan uit palletstellingen die op wagens heen en weer bewegen op rails in de grond. Dit opslagsysteem heeft de hoogste opslagdichtheid. De verrijdbare stellingen zijn toepasbaar voor alle SKU's met uitzondering van de allergene grondstoffen. Door verplaatsing in lucht kan het vrij zijn van een bepaald allergeen bij andere grondstoffen niet gegarandeerd worden. Daarnaast worden verrijdbare stellingen alleen toegepast op lange stukken, zodat er veel stellingen naast elkaar passen. Het laatste scenario staat gelijk aan het behouden van de huidige situatie. Dit betekent een combinatie van blokstapeling met palletstellingen (met het gebruik van heftrucks).

De tabel op de volgende bladzijde geeft de beoordeling weer van de scenario's per criterium.

Criterium	Subcriterium	Schaal	Huidige ontwerp	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Kosten	Initiële investering	€	0	€ 163.231,99	€284.295,79	€689.283,69
	NCW (5 jaar)	€	0	€36.468,63	- €27.132,09	- €403.781,76
Prestatie	Terugverdiëntijd	Jaar	0	5	6	13
	Opslagcapaciteit	Aantal pallets	1411	1611	1696	2133
Flexibiliteit	Toegankelijkheid	--/++	--	+	++	++
	Zichtbaarheid	--/++	-	++	++	+
	Aanpasbaarheid	--/++	++	++	++	+
	Herbruikbaarheid	--/++	++	++	+	--
Betrouwbaarheid	Gevoeligheid voor storingen	--/++	++	++	+	-
	Schadegevoeligheid	--/++	+	++	+	++
Initiële implementatie	Training personeel	--/++	++	+	+	-
	Onderzoek naar productindeling	--/++	++	++	++	-

De aanbeveling aan Brinkers luidt om scenario 1 te implementeren. Dit scenario heeft in relatie tot de kosten de meeste voordelen en weinig nadelen. De belangrijkste voordelen van scenario 1 ten opzichte van de huidige situatie zijn een vergroting van de opslagcapaciteit met 200 palletplaatsen, het besparen van 1.583,4 uur per jaar aan het wegzetten en verzamelen van pallets, herbruikbaarheid van de materialen en de verbeterde toegankelijkheid en de zichtbaarheid van de pallets. Door de verbeterde toegankelijkheid en zichtbaarheid van de pallets zal ook het aantal uren besteed aan het zoeken van pallets worden verminderd. De besparing op het wegzetten en verzamelen van pallets is verwerkt in de netto contante waarde, waaruit blijkt dat een grotere besparing van 1.958,4 en 1.795,8 uur bij respectievelijk scenario 2 en 3 niet opweegt tegen de extra investeringskosten. Een nadeel is dat niet alle pallets direct bereikbaar zijn. Door het dubbeldiep wegzetten van pallets komt het verschuiven van één pallet regelmatig voor. Dit is echter een verbetering in vergelijking met de huidige situatie. Het toepassen van scenario 1 vergt een investering van €163.231,99 en heeft een bijbehorende netto contante waarde van €36.468,63 en terugverdiëntijd van 5 jaar.

Bij de implementatie van dit scenario vragen verscheidene aspecten om aandacht. Allereerst het kiezen van de tele-reachtruck. In verband met de zwaar beladen pallets van 800 tot 1000 kg is de draagcapaciteit het belangrijkste criterium bij de keuze van het type tele-reachtruck. De draagcapaciteit van de tele-reachtruck moet groot genoeg zijn om de pallets met uitgeschoven vork te kunnen verplaatsen.

Als de truck is gekozen kan het ontwerp worden herzien. Door de verschillende afmetingen van de trucks kan de eis van de breedte van de gangpaden afwijken van de normbreedte van 3,0 m die is gebruikt in het ontwerp. Het is verstandig om het ontwerp door te spreken met een expert op het gebied van opslagsystemen (bijvoorbeeld het bedrijf Kompactor). Na eventuele kleine aanpassingen kan een officiële offerte bij een gespecialiseerd bedrijf worden aangevraagd.

Daarnaast moeten de medewerkers die de tele-reachtruck zullen besturen hiervoor een opleiding volgen. Dit is een eendaagse of tweedaagse cursus, waarna een medewerker in staat is om de tele-reachtruck te controleren, te onderhouden en te besturen.

Afsluitend moet voor het plaatsen van het opslagsysteem een plan worden opgesteld. Producten moeten tijdelijk verschoven worden en het magazijn is tijdens het plaatsen van het opslagsysteem niet beschikbaar voor standaardtaken. Een goede coördinatie van producten en medewerkers is voor het soepel verlopen van de aanpassing gewenst.

Begrippenlijst

<i>Artikel/ Product:</i>	Het tastbare goed, oftewel de individuele producten.
<i>Blokkade:</i>	Producten waar een kwaliteitsfout op is gedetecteerd.
<i>Emballage:</i>	Alle verpakkingsmaterialen, zoals deksels, potten, trays, folie, etc.
<i>FIFO</i>	“First In First Out”. Dit betekent dat de producten (per SKU) die als eerste het magazijn in zijn gekomen vanuit productie ook als eerste het magazijn uitgaan bij een order van de klant.
<i>Halffabricaat:</i>	Een halffabricaat is een tussenvorm van een product. Dit betekent dat het product nog niet klaar is om aan een klant te leveren.
<i>Gereed product:</i>	Het eindproduct dat gereed is voor aflevering aan een klant.
<i>Klantorder:</i>	De combinatie van verschillende SKU’s die worden besteld door de klant.
<i>LIFO</i>	“Last In First Out”. Dit betekent dat de producten (per SKU) die als laatste het magazijn in zijn gekomen vanuit productie, als eerste het magazijn uitgaan bij een order van de klant.
<i>Orderpicktijd:</i>	De tijd besteed aan zowel het verzamelen als wegzetten van pallets.
<i>SKU:</i>	Een SKU is een verhandelbare eenheid die door afnemers in de keten besteld kan worden en is een uniek product met inbegrip van alle kenmerken die het onderscheiden van andere artikelen en uitvoeringen. Het gaat hier dus om de verschillende artikelnummers voor zowel de verkoop als inkoop van producten.
<i>THT:</i>	THT staat voor “tenminste houdbaar tot” en geeft de houdbaarheidsdatum van het product aan.
<i>Veiligheidsvoorraad:</i>	Het minimale voorraadniveau waarop een nieuwe bestelling wordt geplaatst of een nieuwe productieorder wordt aangemaakt om het voorraadniveau aan te vullen.
<i>Weeshuis:</i>	Alle producten die niet verkoopbaar zijn, maar wel eetbaar worden verzameld op 1 pallet die gereserveerd is voor het weeshuis.

Inhoud

Voorwoord	ii
Samenvatting	iv
Begrippenlijst	vii
Inhoud	viii
Lijst van figuren	xi
Lijst van tabellen	xi
1. Inleiding.....	1
1.1. Bedrijfsachtergrond	1
1.2. Probleemidentificatie	1
1.2.1. Aanleiding	1
1.2.2. Relevantie van het probleem.....	1
1.2.3. Probleemkluwen	2
1.2.4. Impact/Effort Matrix	5
1.3. Onderzoeksvragen	7
1.4. Stakeholders	8
1.5. Afbakening	8
1.6. Deliverables.....	8
1.7. Aanpak	9
2. Theoretisch kader	11
2.1. Begrippen	11
2.2. Keuze van het model.....	11
2.3. Rouwenhorst et al. (2000)	12
2.4. Toepassing op de situatie van Brinkers.....	14
2.5. Conclusie	14
3. De huidige situatie	15
3.1. Begrippen	15
3.2. Het productie- en orderproces	15
3.2.1. Orderproces	15
3.2.2. Productieproces	16
3.3. Processen in het magazijn.....	19
3.4. Huidige indeling van het magazijn	20
3.4.1. Het magazijn	20
3.4.2. Goederenstromen.....	23
3.4.3. Enterprise Resource Planning software systeem.....	24
3.4.4. Verdeling tussen grondstoffen, emballage, halffabricaat en gereed product.....	25

3.5.	Afbakening	28
3.6.	Conclusie	29
4.	Opslagsystemen	31
4.1.	Opslagsystemen in het algemeen	31
4.2.	Opslagsystemen relevant voor het magazijn bij Brinkers.....	35
4.3.	De geselecteerde opslagsystemen.....	35
4.3.1.	Palletstelling	35
4.3.2.	Verrijdbare stellingen.....	36
4.4.	Conclusie	36
5.	Mogelijke scenario's	37
5.1.	Randvoorwaarden.....	37
5.2.	Beoordelingscriteria.....	38
5.3.	Basis ontwerp voor het gehele magazijn	39
5.4.1.	Scenario 1: Palletstelling (Tele-reachtruck)	39
5.4.2.	Scenario 2: Palletstelling (Combitruck)	40
5.4.	Scenario 3: Verrijdbare stelling.....	42
5.5.	Conclusie	44
6.	Multicriteria-analyse	45
6.1.	Hiërarchische structuur.....	45
6.2.	Toewijzen van scores aan de criteria	46
6.3.	Het berekenen van de weegfactoren	47
6.4.	Berekenen van de gewogen scores	49
6.5.	Gevoeligheidsanalyse.....	50
6.6.	Conclusie	51
7.	Conclusie & Aanbeveling.....	53
7.1.	Conclusie	53
7.2.	Aanbeveling.....	53
7.2.1.	Implementatie.....	53
7.2.2.	Verdere aanbevelingen	54
	Literatuurlijst.....	57
	Bijlage 1: Berekening van de orderpicktijd	58
	Huidige situatie	58
	Scenario 1.....	63
	Scenario 2.....	66
	Scenario 3.....	67
	Besparing op orderpicktijd.....	68

Bijlage 2: De capaciteit van het magazijn	70
De capaciteit in vergelijking met het voorraadniveau	73
Bijlage 3: Omzetten van voorraadniveaus in pallets.....	74
Bijlage 4: Uitgangspunten	76
Bijlage 5: Redenatie achter de inrichting van scenario's	77
Bijlage 6: Financieel.....	86
Initiële investering	86
Netto Contante Waarde	88
Terugverdiëntijd.....	89
Bijlage 7: AHP analyse	90
Paarsgewijze vergelijkingen per criterium.....	90
Paarsgewijze vergelijkingen per groep criteria	93
Bijlage 8: Gecombineerde opslagsystemen mogelijk voor de opslag van deksels	96
Bijlage 9: Extern opslagbedrijf 2	98

Lijst van figuren

Figuur 1: Probleemkluwen	2
Figuur 2: Impact/Effort Matrix.....	5
Figuur 3: Impact/Effort Matrix.....	5
Figuur 4: het strategische niveau. Overgenomen uit Warehouse design and control: Framework and literature review (p. 521) door B. Rouwenhorst, B. Reuter, V. Stockrahm, G.J. van Houtum, R.J. Mantel en W.H.M. Zijm, 2000, European Journal of Operational Research, Volume 122, Issue 3.	13
Figuur 5: het tactische niveau. Overgenomen uit Warehouse design and control: Framework and literature review (p. 521) door B. Rouwenhorst, B. Reuter, V. Stockrahm, G.J. van Houtum, R.J. Mantel en W.H.M. Zijm, 2000, European Journal of Operational Research, Volume 122, Issue 3.	13
Figuur 6: het operationele niveau. Overgenomen uit Warehouse design and control: Framework and literature review (p. 522) door B. Rouwenhorst, B. Reuter, V. Stockrahm, G.J. van Houtum, R.J. Mantel en W.H.M. Zijm, 2000, European Journal of Operational Research, Volume 122, Issue 3.	14
Figuur 7: De werking van de kogelmolen.....	16
Figuur 8: Flowchart van het productie- en orderproces.....	18
Figuur 9: De huidige lay-out van het magazijn	21
Figuur 10: Goederenstromen binnen het magazijn en productie	23
Figuur 11: Indeling van het magazijn m.b.t. productgroepen	26
Figuur 12: Tele-reachtruck.....	35
Figuur 13: Combitruck.....	36
Figuur 14: Het ontwerp van het nieuwe magazijn bij het gebruik van palletstellingen met tele-reachtrucks	40
Figuur 15: Het ontwerp van het nieuwe magazijn bij het gebruik van palletstellingen met combitrucks.....	41
Figuur 16: Het ontwerp van het nieuwe magazijn bij het gebruik van verrijdbare stellingen in combinatie met palletstellingen en tele-reachtrucks.....	43
Figuur 17: De hiërarchische boomstructuur van de AHP analyse	46

Lijst van tabellen

Tabel 1: Beschrijving van mogelijke kernproblemen	5
Tabel 2: Argumentatie Impact/Effort Matrix.....	6
Tabel 3: Soorten Pallets	21
Tabel 4: Magazijnen in Exact.....	24
Tabel 5: Voorraadgegevens (in pallets) voor magazijn 1, 2, 999 en HF.....	26
Tabel 6: Voorraadniveaus in pallets van producten die op voorraad opgeslagen worden	27
Tabel 7a: Opslagsysteem: Palletstelling.....	32
Tabel 7b: Opslagsystemen: Blokstapeling en Hoogbouwstelling	32
Tabel 7c: Opslagsystemen: Push-backstelling, Inrijstelling en Doorrolstelling	33
Tabel 7d: Opslagsystemen: Verrijdbare stelling, ASRS en Bordes	34
Tabel 8: Score van criteria op eigen schaal.....	46
Tabel 9: scores van de scenario's per criterium	47
Tabel 10a: Weegfactor per hoofdcriterium	48
Tabel 10b: Weegfactor per subcriterium	48
Tabel 11: Berekening van de gewogen scores.....	49
Tabel 12: De relatieve verandering in gewogen score	50

1. Inleiding

In het kader van mijn bacheloropdracht voor de studie technische bedrijfskunde aan de Universiteit Twente heb ik onderzoek verricht bij Brinkers B.V. Het doel van het onderzoek was het beter benutten van de beschikbare ruimte in het magazijn. De informatie beschreven in het onderzoek is vertrouwelijke informatie en van de lezer wordt verwacht de informatie dusdanig te behandelen.

Hoofdstuk 1 is de inleiding voor het onderzoek. De inleiding bestaat allereerst uit een introductie over het bedrijf. Paragraaf 1.2. beschrijft de probleemidentificatie waarna in paragraaf 1.3. de onderzoeksvragen zijn opgesteld. De stakeholders zijn in paragraaf 1.4. beschreven en paragraaf 1.5 en paragraaf 1.6 beschrijven respectievelijk de afbakening van het onderzoek en de deliverables. Afsluitend beschrijft paragraaf 1.7. de aanpak van het onderzoek.

1.1. Bedrijfsachtergrond

Brinkers B.V. is een van de wereldleiders in de productie van traditionele en biologische chocoladepasta's. Brinkers Food is in 1889 opgericht door Bernardus Brinkers als een margarinebedrijf. In die tijd was margarine de goedkopere versie van boter. In 1927 opende Brinkers zijn eerste margarinefabriek. Na de tweede wereldoorlog werd er een nieuw product geïntroduceerd: gekoelde chocoladeboter. Dit was de eerste chocoladepasta op de markt. Sinds 1993 bevindt de fabriek van Brinkers zich in Enschede. De nieuwe fabriek haalde de hoogste kwaliteitsstandaard en introduceerde de, voor die tijd, nieuwste technologie. Tegenwoordig biedt Brinkers een breed assortiment aan van allerlei verschillende chocoladepasta's en produceert zij ook al meer dan 15 jaar biologische chocoladepasta's.

1.2. Probleemidentificatie

De probleemidentificatie begint met de aanleiding en relevantie van het onderzoek in respectievelijk paragraaf 1.2.1. en paragraaf 1.2.2. Hierna is in paragraaf 1.2.3. een probleemkluwen opgesteld en door middel van een impact/effort matrix is in paragraaf 1.2.4. de keuze van het kernprobleem gemaakt.

1.2.1. Aanleiding

Brinkers is de afgelopen jaren enorm gegroeid. Afgelopen jaar zijn zij met dubbele cijfers gegroeid en de verwachting is dat dit aankomend jaar weer zo zal zijn. Deze groei leidt tot grotere voorraden, maar Brinkers kan deze grotere voorraden niet kwijt in het magazijn. In 2009 is de fabriek uitgebreid om meer opslagruimte te creëren. Er is nu ongeveer 1600 m² opslagruimte beschikbaar. Desondanks komt het in de huidige situatie alsnog voor dat er een tekort aan ruimte is. Het product dat niet meer in het magazijn past wordt bij extern opslagbedrijf 1 of bij extern opslagbedrijf 2 opgeslagen. Deze situatie wil Brinkers zoveel mogelijk voorkomen en daarom is er behoefte aan een onderzoek om te kijken hoe de externe opslag kan worden verminderd.

Het handelingsprobleem dat hieruit voortkomt is: standaard gebruik van externe opslag.

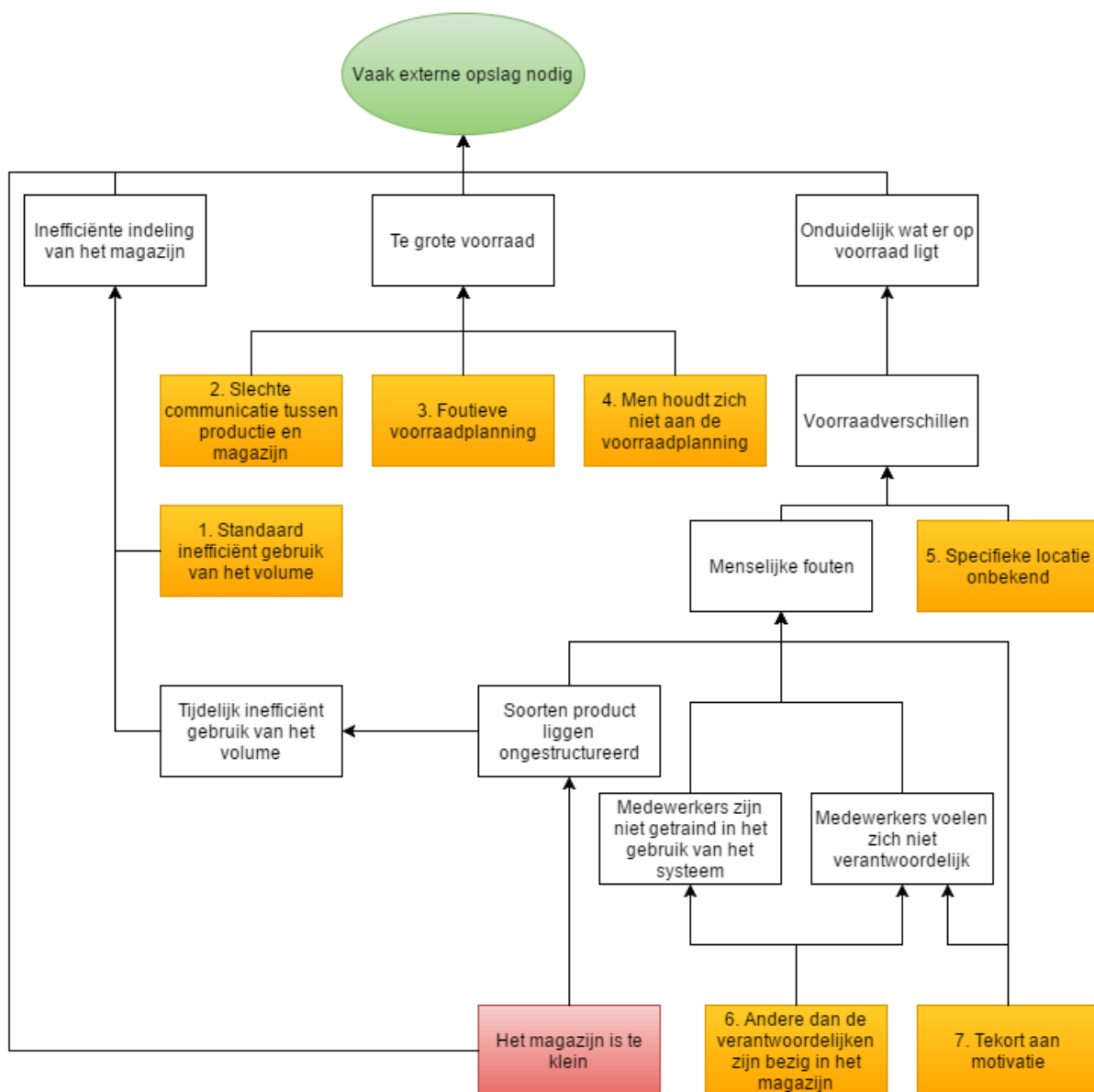
1.2.2. Relevantie van het probleem

Externe opslag levert problemen op voor het management. Het management ondervindt extra kosten doordat er pallets niet in het eigen magazijn geplaatst kunnen worden. Zoals hierboven vermeld, groeit Brinkers enorm waardoor deze aantallen in de toekomst nog meer zullen toenemen. Daarnaast brengt de externe opslag ook afhankelijkheid met zich mee.

Om beter inzicht te krijgen in de probleemsituatie is er een probleemkluwen opgesteld, zie figuur 1. Er zijn gesprekken geweest met de plant manager en de verantwoordelijken voor het voorraadbeheer om tot deze kluwen te komen. Hieronder volgt een beschrijving van de gehele kluwen.

Er zijn vier rechtstreekse oorzaken die leiden tot het gebruik van externe opslag. Deze vier oorzaken zijn een te klein magazijn, een inefficiënte indeling van het magazijn, een te grote voorraad en onduidelijkheid over wat er op voorraad ligt.

Allereerst is het magazijn te klein voor de omvang van de huidige voorraad. Brinkers is van plan om een nieuw magazijn te laten bouwen, ongeacht de eventuele aanpassingen op korte termijn in het huidige magazijn. Dit betekent dat de voorraad als te groot voor de omvang van het magazijn wordt beschouwd.



Figuur 1: Probleemkluwen

De tweede oorzaak is de inefficiënte indeling van het magazijn. De oppervlakte is grotendeels (rekening houdende met gangpaden) wel opgevuld, maar het totale volume dat het magazijn bevat wordt niet optimaal gebruikt. Enerzijds gaat dit om standaard inefficiënt gebruik van het volume en anderzijds om tijdelijk inefficiënt gebruik van het volume. Standaard inefficiënt gebruik is aanwezig doordat veel producten op elkaar gestapeld worden en er randvoorwaarden zijn gesteld aan het stapelen van bepaalde producten. Dit betekent dat de hoogte van het magazijn niet volledig wordt benut. Tijdelijk inefficiënt gebruik van het volume wordt veroorzaakt doordat producten ongestructureerd liggen. De producten in het magazijn hebben geen vaste plaats. Wel is er een niet-officiële, globale indeling die door de magazijnbeheerders aangehouden wordt. Er is bijvoorbeeld een verdeling tussen grondstoffen en gereed product en producten van dezelfde soort worden bij elkaar gezet. Maar op het moment dat het gereed product niet meer bij zijn groep past, kan het product op een willekeurige plaats in het magazijn, ook bij de grondstoffen, worden neergezet. Niet alle producten hebben dezelfde grootte en kunnen op elkaar gestapeld worden. Op het moment dat een product niet op zijn normale plek past en het product bij een andere groep producten wordt gezet, betekent dit dat er verlies is van opslagcapaciteit.

De derde oorzaak is een te grote voorraad. Dit blijkt doordat producten soms lang in het magazijn blijven staan. Een te grote voorraad wordt veroorzaakt door onvoldoende communicatie tussen de productieafdeling en het magazijnbeheer. Onvoldoende communicatie staat in dit geval gelijk aan geen communicatie. Een voorbeeld hierbij is: de productiemedewerkers hebben een bepaalde grondstof nodig en willen deze pakken in het magazijn. De medewerkers kijken op de plek waar zij het product verwachten, maar het product staat niet op die plek. Vervolgens constateren zij dat het product niet aanwezig is en wordt de grondstof bijbesteld. Later blijkt dat het product wel op voorraad was, maar de voorraadbeheerders het product ergens anders in het magazijn hadden geplaatst. Er miste dus communicatie tussen de productieafdeling en het magazijnbeheer waardoor nu het product extra op voorraad is. Daarnaast kan het komen door een foutieve voorraadplanning. Een voorraadplanning koppelt de vraag van klanten aan de geplande productie om het gewenste voorraadniveau te bepalen. Met een foutieve voorraadplanning wordt bedoeld dat de huidige voorraadplanning niet de beste verhouding tussen de voorraad en het servicelevel passend bij de wensen van Brinkers oplevert. Brinkers wil er zeker van zijn dat de order op tijd wordt geleverd. Hierdoor wordt in de planning de order ingepland zodanig dat de order eerder klaar staat dan het moment dat afgesproken is met de klant. Op deze manier zal er bij onvoorziene gebeurtenissen, zoals storingen, alsnog op tijd geleverd kunnen worden. De tijd dat het product extra in het magazijn staat kan enkele dagen zijn. Ook wordt een te grote voorraad veroorzaakt doordat men zich niet aan de voorraadplanning houdt. De magazijnbeheerders maken een rondje door het magazijn en beslissen naar aanleiding daarvan of er wel of niet bijbesteld moet worden ongeacht de voorraadplanning. Dit kan tot zowel een te grote als een te kleine voorraad leiden.

De vierde oorzaak voor ruimtetekort in het magazijn is dat het onduidelijk is wat er op voorraad ligt. Dit komt doordat er voorraadverschillen zijn op momenten dat de werkelijke voorraad wordt gecontroleerd met de voorraad die in het systeem bekend is. Deze voorraadverschillen worden deels veroorzaakt door menselijke fouten en deels doordat de specifieke locatie van de voorraad onbekend is. Menselijke fouten worden sneller gemaakt doordat de soorten producten ongestructureerd liggen. Wanneer overzicht ontbreekt, kunnen er dingen over het hoofd gezien worden of kan er verkeerd geteld worden. Daarnaast worden er meer menselijke fouten gemaakt op het moment dat de medewerkers niet getraind zijn in het gebruik van het systeem. Dit komt doordat anderen dan de verantwoordelijke personen bezig zijn in het magazijn. Wanneer producten uit het magazijn worden gehaald of in het magazijn worden gezet moeten de wijzigingen worden bijgehouden in het systeem. De personen die niet verantwoordelijk zijn voor het magazijn kennen

deze procedure niet of kunnen deze procedure niet uitvoeren. Een andere reden waarom er meer menselijke fouten worden gemaakt is dat de medewerkers zich niet verantwoordelijk voelen en hierdoor slordig omgaan met de procedure. Dit kan komen doordat anderen dan de verantwoordelijke personen bezig zijn in het magazijn, maar dit kan ook te maken hebben met een tekort aan motivatie van de medewerkers. Een tekort aan motivatie van de medewerkers leidt ook direct tot een verhoogde kans op menselijke fouten. Daarnaast leidt het feit dat de specifieke locatie van de voorraad onbekend is ook tot voorraadverschillen. Op het moment dat er voorraad mist, moet het hele magazijn doorzocht worden. Wanneer de plek van de voorraad wordt bijgehouden is het meteen duidelijk of het product er wel of niet is. De kans dat het product niet gevonden wordt, en de voorraad dus wordt aangepast in het systeem, terwijl het product wel in het magazijn staat, is groter wanneer de specifieke locatie van de voorraad onbekend is.

Een probleemkluwen bevat kernproblemen. Een kernprobleem moet aan de vier vuistregels voldoen (Heerkens, 2012)

1. Het probleem moet zich daadwerkelijk voordoen en een relatie hebben met de andere problemen.
2. Het probleem mag zelf geen oorzaak hebben.
3. Het probleem moet beïnvloedbaar zijn.
4. Het probleem moet het meest effect hebben met zo laag mogelijke kosten in vergelijking tot de andere potentiële kernproblemen

Uit de probleemkluwen blijkt dat er zeven mogelijke kernproblemen zijn. Deze zijn aangegeven in het geel. Het probleem aangegeven in het rood is niet beïnvloedbaar en worden daarom niet meegenomen in het onderzoek. In tabel 1 volgt een korte beschrijving van de mogelijke kernproblemen.

Nummer	Beschrijving
1	Standaard inefficiënt gebruik van het volume. De oppervlakte van het magazijn wordt wel goed benut, maar de hoogte van het magazijn niet.
2	Door slechte communicatie tussen de productie en het magazijn worden er producten geproduceerd die nog voldoende op voorraad zijn. Dit heeft als gevolg dat de voorraad die aanwezig is groter is dan nodig.
3	Een foutieve voorraadplanning kan betekenen dat er teveel of te weinig voorraad aanwezig is per product. Omdat er op safe gespeeld wordt, zal de aanwezige voorraad groter zijn dan nodig. Er is dus meer ruimte nodig in het magazijn.
4	De voorraadplanning die er is, wordt niet (altijd) toegepast door de verantwoordelijken van het voorraadbeheer. Zij bestellen de producten bij op gevoel in combinatie met de productieplanning voor aankomende weken/maanden. Dit heeft als gevolg dat de voorraad die aanwezig is soms groter en soms kleiner is dan nodig.
5	De specifieke locatie van de voorraad is onbekend. Hierdoor kunnen er makkelijker voorraadverschillen ontstaan. Dit heeft als gevolg dat er soms meer op voorraad is dan verwacht of juist minder dan verwacht. In het eerste geval leidt dit tot ruimtetekort in het magazijn.
6	Voorraadverschillen worden ook veroorzaakt door menselijke fouten. Menselijke fouten ontstaan bijvoorbeeld doordat medewerkers niet getraind zijn in het gebruik van het systeem en doordat medewerkers zich niet verantwoordelijk voelen. De oorzaak hiervan is dat anderen dan de verantwoordelijken, de voorraadbeheerders, bezig zijn in het magazijn. De in- en uitgaande voorraad moet gescand worden zodat het systeem de totale voorraad kan bijhouden. Wanneer meerdere mensen zich hierin gaan mengen is er meer kans op fouten.

Een andere oorzaak voor de verhoogde kans op menselijke fouten en waardoor medewerkers zich niet verantwoordelijk voelen, is een tekort aan motivatie onder de medewerkers.

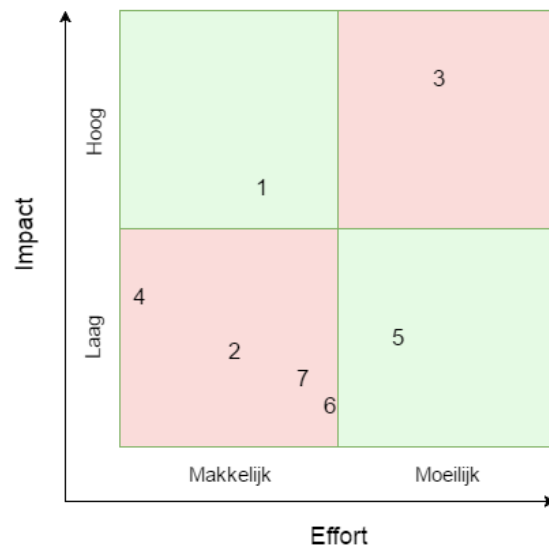
Tabel 1: Beschrijving van mogelijke kernproblemen

1.2.4. Impact/Effort Matrix

Om te bepalen welk mogelijk kernprobleem onderzocht zal gaan worden, is een impact/effort matrix opgesteld (Paris, et al., 2007). Zoals de titel al aangeeft, is hieruit af te lezen welke effort-impact verhouding de problemen hebben. Het kernprobleem dat de minste moeite kost met het grootste effect is het kernprobleem dat zal worden aangepakt. 'Impact' staat voor het effect dat de oplossing heeft op de huidige situatie. Voor dit onderzoek wordt impact gemeten als het effect op de beschikbare ruimte. 'Effort' staat voor de hoeveelheid tijd en geld die de oplossing kost. Als er wordt gekeken naar de verhouding tussen impact en effort ontstaat de impact/effort matrix, zie figuur 2.



Figuur 2: Impact/Effort Matrix



Figuur 3: Impact/Effort Matrix

De matrix is in vier vakken verdeeld:

1. *Snelle winsten*. De problemen in dit vak zijn de problemen die als eerste aangepakt zullen worden. De problemen hebben een groot effect en kosten weinig tijd en geld.
2. *Grote projecten*. Deze problemen zullen als tweede worden aangepakt. Ze kosten wel veel moeite, maar leveren ook veel op.
3. *'Fill in' taken*. Deze problemen zijn makkelijk op te lossen, maar hebben een klein effect op de situatie en worden hierdoor als derde optie aangepakt.
4. *Ondankbare taken*. Deze problemen hebben de laagste prioriteit, omdat het oplossen veel moeite kost en weinig oplevert.

In figuur 3 zijn de zeven kernproblemen weergegeven in de impact/effort matrix. In tabel 2 volgt de argumentatie voor het plaatsen van de kernproblemen.

Probleem Nr.	Argumentatie
1	Er is veel ruimte voor verbetering, omdat er in de huidige situatie weinig aandacht aan is besteed. Dus de impact is hoog en het aanpakken van dit probleem kost weinig tijd.
2	Probleem nummer 2 kost weinig moeite. Er moet betere samenwerking komen tussen de productie en het magazijn. Doordat deze situatie niet zo vaak voorkomt, levert het probleem weinig verbetering op.

3	Het maken van een nieuwe voorraadplanning vergt de meeste inspanning, vooral op het gebied van tijd. De producten worden onder andere langer in het magazijn opgeslagen doordat er extra tijd wordt ingepland om mogelijke storingen op te vangen. Voordat een goede voorraadplanning kan worden gemaakt, zal eerst onderzoek nodig zijn naar de mogelijkheden om deze storingen te verminderen dan wel te voorkomen. Een goede voorraadplanning kan wel veel opleveren.
4	Dit probleem kost het minste moeite, omdat de voorraadplanning er al is. Het enige wat moet gebeuren is dat de medewerkers zich aan de planning houden. Op het moment dat dit gebeurt, is het probleem direct opgelost. Het effect dat dit probleem heeft op de huidige situatie is relatief klein, omdat de magazijnbeheerders veel ervaring hebben. Hierdoor zullen de verschillen tussen de voorraadplanning en de echte voorraad beperkt zijn.
5,6,7	Probleem 5, 6 en 7 hebben alle drie een kleine impact, omdat zij oorzaak zijn van het kopje 'voorraadverschillen'. Het voorraadverschil is de kleinste oorzaak van de externe opslag. Dit komt doordat deze voorraadverschillen zowel kunnen leiden tot meer beschikbare ruimte dan het systeem aangeeft als tot minder beschikbare ruimte dan het systeem aangeeft. Meer beschikbare ruimte komt voor bij het vergeten van het uitchecken van de voorraad of op momenten dat er een product in het systeem wordt gecheckt terwijl deze niet aanwezig is. Minder beschikbare ruimte komt voor bij het vergeten van het inchecken van de voorraad of op momenten dat er een product uit het systeem wordt gecheckt terwijl deze nog wel aanwezig is. Daarnaast kan het voorraadverschil ook veroorzaakt worden door een fout bij het tellen van de voorraad. Omdat beide soorten voorraadverschillen dezelfde oorzaken hebben, zoals motivatietekort en andere dan de verantwoordelijken zijn bezig in het magazijn, is aangenomen dat het verschil in frequentie laag is. Dit betekent dat het ruimtetekort varieert, zowel positief als negatief, maar gemiddeld het netto ruimteverlies rondom de nul is.
5	Probleem 5 vergt veel moeite, omdat er veel onderzoek moet worden gedaan naar een nieuw systeem of uitbreiding van het huidige systeem. Ook is de implementatie van de nieuwe functie erg belangrijk voor het succes van de oplossing. Wanneer er sprake is van een nieuw systeem is het waarschijnlijk dat dit ook hoge ontwikkelings- en implementatiekosten met zich mee brengt.
6	Probleem 6 houdt in dat anderen dan de verantwoordelijken bezig zijn in het magazijn. Op het moment dat de magazijnbeheerders dit werk, bijvoorbeeld grondstoffen naar de productie brengen, zouden moeten doen, zullen zij waarschijnlijk meer uren moeten draaien of is er een extra werkkraft nodig. Dit betekent blijvende constante extra kosten. Daarnaast kan er ook gekeken worden naar oplossingen waardoor het geen probleem meer is dat anderen dan de verantwoordelijken bezig zijn in het magazijn.
7	Het verhogen van motivatie onder de werknemers kost meer moeite dan problemen 1,2 en 4. Dit komt door het onderzoek dat nodig is om uit te vinden waarom de motivatie laag is en er een kans is dat de oplossing kosten met zich mee brengt. Dit probleem heeft meer effect dan probleem 6, omdat dit invloed heeft op alle werknemers die bezig zijn in het magazijn, dus ook de voorraadbeheerders.

Tabel 2: Argumentatie Impact/Effort Matrix

Het kernprobleem dat in dit onderzoek zal worden aangepakt is dus probleem 1: Het volume dat standaard inefficiënt benut wordt. Dit probleem bevindt zich in vak 1: snelle winsten en heeft dus de grootste impact voor de laagste inspanning.

1.3. Onderzoeksvragen

De Impact/Effort Matrix heeft geholpen om het probleem met de hoogste prioriteit te kiezen. Dit is het volume dat standaard inefficiënt benut wordt, omdat bijvoorbeeld de pallets, de meest voorkomende opslageenheid, tot drie hoog wordt gestapeld terwijl dit tot vier hoog zou passen. De norm en werkelijkheid variëren voor de verschillende opslageenheden.

Hieruit volgt de hoofdvraag:

“Hoe kan Brinkers de inrichting van het magazijn zo veranderen dat de beschikbare ruimte beter wordt benut?”

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn verscheidene deelvragen opgesteld. Hieronder zijn deze deelvragen weergegeven met een korte toelichting. Deelvragen 1 en 2 zijn ervoor bedoeld om de huidige situatie binnen het bedrijf te beschrijven. Deelvraag 3 vormt het theoretisch kader, deelvraag 4 zal inzicht geven in de mogelijke opslagsystemen en deelvraag 5 zal als basis dienen om aanbevelingen te kunnen doen aan het bedrijf.

Allereerst is informatie nodig over het magazijn en de inputvariabelen voor het magazijn. Het gaat hier dus om een kennisprobleem. Gegevens vanuit het productie- en orderproces vormen de basisinformatie voor het magazijn. Deelvraag 1 richt zich op de delen van het productie- en orderproces die invloed hebben op het magazijn.

1. Hoe verloopt het order- en productieproces?

Naast de huidige situatie betreffende het order- en productieproces zal ook het kennisprobleem met betrekking tot de huidige werkwijze en indeling van het magazijn onderzocht worden. De huidige situatie betreffende het magazijn is het onderwerp van deelvraag 2. Hierbij wordt gekeken naar de indeling van het magazijn en de processen in het magazijn. Bij de indeling van het magazijn zal worden gekeken naar het ontwerp, het ERP software systeem, de werkelijke opslagcapaciteit, de huidige voorraad gedurende het jaar en de verdeling tussen de productgroepen. De indeling van het magazijn bevat vooral data over het magazijn, maar er moet ook gekeken worden naar de processen binnen het magazijn. Deze processen samen geven de aanpak van het magazijnbeheer aan.

2. Hoe ziet de huidige werkwijze binnen en indeling van het magazijn eruit?

2.1. Hoe is het magazijn ingedeeld?

2.2. Hoe verlopen processen in het magazijn?

Bij deelvraag 3 gaat het ook om een kennisprobleem en deze deelvraag vormt het theoretisch kader. Om antwoord te kunnen geven op de deelvraag zal literatuuronderzoek worden gedaan.

3. Welke fases bevat het ontwerpproces van de indeling van een magazijn?

Bij deelvraag 4 zal er gekeken worden welke opslagsystemen voor het magazijn bij Brinkers relevant zijn. Om hier antwoord op te kunnen geven, zal eerst gekeken worden welke opslagmethoden er in de literatuur bekend. Hier zal literatuuronderzoek naar worden gedaan en het gaat dus om een kennisprobleem. Daarna zal worden gekeken welke van deze opslagsystemen relevant zijn voor Brinkers.

4. Welke opslagsystemen zijn relevant voor het magazijn bij Brinkers?

4.1. Welke opslagsystemen zijn er bekend in de literatuur?

Deelvraag 5 zal als basis dienen om aanbevelingen te kunnen doen aan het bedrijf. Om aanbevelingen te kunnen doen is het belangrijk om te weten wat de beoordelingscriteria van het

bedrijf zijn. Dit kennisprobleem wordt in deelvraag 5.1 behandeld. Hier gaat het om de criteria die het bedrijf belangrijk vindt en hoe belangrijk deze criteria worden gevonden. Ook zal er gekeken worden naar de gestelde randvoorwaarden en aan de hand hiervan zullen mogelijke scenario's worden opgesteld. Daarna wordt gekeken naar welk scenario de beste keus voor Brinkers is en hoe deze oplossing geïmplementeerd kan worden. Deze deelvragen samen zullen het antwoord vormen op deelvraag 5, het keuzeprobleem.

5. Welke oplossing past het best bij het bedrijf?

5.1. Wat zijn de wensen van Brinkers?

5.2. Hoe ziet de nieuwe indeling van het magazijn eruit bij de mogelijke opslagsystemen?

5.3. Wat is de beste keus voor Brinkers?

5.4. Hoe kan de oplossing worden geïmplementeerd?

1.4. Stakeholders

Bij het beantwoorden van de onderzoeksvraag zijn verschillende partijen betrokken. De informatie en meningen van deze partijen moeten worden meegenomen in het onderzoek. Stakeholders zijn partijen die belang hebben in de ontwikkeling, maar kunnen niet perse invloed uitoefenen op de richting van de ontwikkeling (van der Poel & Royakkers, 2011, p. 142).

Allereerst het management. Het management ondervindt dat er teveel pallets niet in het eigen magazijn geplaatst kunnen worden wat zorgt voor extra kosten.

Als tweede, de magazijnbeheerders. Zij zijn essentieel bij het verzamelen van informatie en bij de implementatie van het nieuwe systeem. Zij moeten hun werkwijze aanpassen aan de nieuwe situatie. Hierdoor is het belangrijk dat hun mening wordt meegenomen in het ontwerpproces.

Als derde, extern opslagbedrijf 2. Bij vermindering van externe opslag zal het aantal plekken bij extern opslagbedrijf 2 als eerste worden verminderd. Dit komt doordat een pallet bij het extern opslagbedrijf 2 duurder is dan bij extern opslagbedrijf 1. Bij vermindering van het aantal bezette plekken zullen de inkomsten voor het externe opslagbedrijf verminderen.

Als laatste, extern opslagbedrijf 1. Afhankelijk van de oplossing kan de externe opslag die het bedrijf op dit moment bij extern opslagbedrijf 1 heeft veranderen. Elke verandering zal in overleg plaats moeten vinden.

1.5. Afbakening

Om de opdracht geschikt te maken voor de gegeven tijdsperiode zijn de volgende aspecten buiten beschouwing gelaten.

- In het onderzoek zal niet worden gekeken naar de mogelijkheid om het huidige magazijn uit te bouwen dan wel het bouwen van een nieuw magazijn.
- De variabelen die aangeleverd worden vanuit andere afdelingen, zoals de productieafdeling, zullen behandeld worden als een gegeven.

1.6. Deliverables

De deliverables die aan het eind van het onderzoek opgeleverd worden:

- Een beschrijving van de huidige situatie
- Een analyse van mogelijke opslagsystemen en ontwerpen
- Een aanbeveling voor het hanteren van een bepaald opslagsysteem
- Een aanbeveling met betrekking tot de implementatie van het opslagsysteem

1.7. Aanpak

Het onderzoek start met een literatuurstudie naar het ontwerpproces van een magazijn dat deelvraag 3 zal beantwoorden. We zoeken naar een oplossing voor het huidige magazijn en dus naar een ontwerpproces dat zich focust op fysieke voorraad en interne structuur. De literatuurstudie en keuze van het ontwerpproces van een magazijn zijn in hoofdstuk 2 weergegeven.

Daarna beginnen we met het in kaart brengen van het antwoord op deelvraag 1 dat het order- en productieproces omschrijft. Deze informatie wordt verzameld door gesprekken met verschillende medewerkers en een rondleiding in productie. Daarnaast zal er gekeken worden naar de indeling van het magazijn en processen in het magazijn. Een plattegrond wordt gemaakt door middel van een visuele analyse in het magazijn in combinatie met een bestaande plattegrond. Ook wordt er gekeken naar de opslageenheden, indelingsmethoden, het opslagsysteem, de goederenstromen, het Enterprise Resource Planning (ERP) software systeem en de verdeling tussen productgroepen. Hierbij worden data uit het ERP software systeem gehaald en wordt informatie verkregen door middel van gesprekken met medewerkers en een visuele analyse. De informatie met betrekking tot de indeling van het magazijn en processen in het magazijn geeft antwoord op deelvraag 2. Zowel het antwoord op deelvraag 1 als op deelvraag 2 is beschreven in hoofdstuk 3.

Nadat alle nodige aspecten van het magazijn zijn onderzocht, kijken we naar de mogelijke opslagsystemen. Door middel van literatuuronderzoek worden de mogelijke opslagsystemen verzameld en beschreven waarna de opslagsystemen die relevant zijn voor Brinkers worden geselecteerd. Dit is beschreven in hoofdstuk 4 en beantwoordt deelvraag 4.

In hoofdstuk 5 wordt een aantal scenario's gecreëerd dat voortkomt uit de beschreven relevante opslagsystemen in combinatie met de randvoorwaarden van het ontwerp. Deze scenario's worden beoordeeld aan de hand van criteria die in overleg met de directie worden samengesteld. Hierna worden de scenario's in hoofdstuk 6 gerangschikt met behulp van een multicriteria-analyse (MCA). Nadat de analyse is uitgevoerd, wordt een keuze gemaakt. De aanbeveling en implementatie van deze oplossing wordt in hoofdstuk 7 beschreven. De implementatie bestaat voor een deel uit vervolgstappen van het ontwerpproces die moeten worden uitgevoerd en voor het andere deel uit mogelijk vervolgonderzoek dat tijdens dit onderzoek naar voren is gekomen. In hoofdstuk 5, 6 en 7 samen wordt antwoord gegeven op deelvraag 5 "welke oplossing past het best bij het bedrijf?".

2. Theoretisch kader

Dit hoofdstuk omvat de onderzochte literatuur en beantwoordt deelvraag 3 " Welke fases bevat het ontwerpproces van de indeling van een magazijn? ". Deelvragen 1 en 2 worden in hoofdstuk 3 behandeld. Allereerst wordt in paragraaf 2.1. een aantal definities toegelicht. Paragraaf 2.2. beschrijft het algemene ontwerpproces en in deze paragraaf zal het theoretisch model worden gekozen waarna in paragraaf 2.3. dit model wordt uitgelegd. Tenslotte wordt in paragraaf 2.4. de toepassing van het model op Brinkers toegelicht en eindigt het hoofdstuk in paragraaf 2.5 met een conclusie. De literatuur gebruikt voor het theoretisch kader bestaat uit "Warehouse design and control: Framework and literature review" van Rouwenhorst et al. (2000) en "Warehouse design: A structured approach" van Baker et al. (2009). De gebruikte literatuur is verkregen via de universiteitsbibliotheek .

2.1. Begrippen

Voor goed begrip van dit hoofdstuk en de rest van het onderzoek worden hieronder een aantal begrippen uitgelegd.

SKU: Voor de soorten artikelen wordt in dit onderzoek de term SKU, Stock Keeping Unit, gebruikt. Een SKU is een verhandelbare eenheid die door afnemers in de keten besteld kan worden en is een uniek product met inbegrip van alle kenmerken die het onderscheiden van andere artikelen en uitvoeringen. Het gaat hier dus om de verschillende artikelnummers voor zowel de verkoop als inkoop van producten. Een random voorbeeld is: appels van een specifiek merk.

Artikel/ Product: Het tastbare goed, oftewel de individuele producten. In het voorbeeld zijn dat de losse appels.

Klantorder: De combinatie van verschillende SKU's die worden besteld door de klant.

2.2. Keuze van het model

Er zijn veel verschillende ontwerpprocessen voor het ontwerpen van een magazijn bekend in de literatuur. Baker et al. (2009) geeft een overzicht van een aantal bekende ontwerpmodellen en maakt een vergelijking tussen deze modellen. Een magazijn is complex van aard. Een ontwerpmodel dient daarom als leidraad om zo de complexiteit behapbaar te maken. Een ontwerpmodel bestaat uit een aantal verschillende fases. Per ontwerpproces kan dit aantal fases verschillen, maar er is overeenstemming te zien in de algemene opzet van de verschillende ontwerpprocessen. Overeenkomsten in alle onderzochte concepten over het ontwerp van een magazijn zijn de volgende vier punten:

- Het magazijnontwerp wordt als erg complex beschouwd
- Schrijvers pakken het probleem stap voor stap aan om met de complexiteit om te gaan
- Deze stappen hangen samen waardoor het ontwerpproces cyclisch wordt doorlopen
- Het kan voorkomen dat het onmogelijk is om de optimale oplossing te identificeren als gevolg van het grote aantal mogelijkheden dat bestaat bij elke stap

De verschillen die bestaan in de beschreven stappen worden deels veroorzaakt door de verschillende groepering van activiteiten en deels door de mate van uitvoerigheid. Desondanks volgen de meeste modellen hetzelfde patroon:

1. Definieer de vereisten van het systeem
2. Definieer en verzamel data
3. Analyseer de data
4. Stel te gebruiken laadeenheden op
5. Bepaal werkprocedures en methodes

6. Beschouw mogelijke soorten tools en eigenschappen
7. Bereken de capaciteiten en hoeveelheden
8. Definieer diensten en ondergeschikte handelingen
9. Bereid verschillende lay-outs voor
10. Evalueer en beoordeel
11. Identificeer het gewenste ontwerp

Ondanks de overeenstemming in de algemene aanpak, is er minder overeenstemming als het neer komt op de verschillende tools die gebruikt worden in elke fase. Bij het kiezen van verschillende tools wordt veel vertrouwd op de ervaringen van individuele ontwerpers.

Met behulp van de vergelijking tussen een aantal bekende ontwerpprocessen van een magazijn van Baker et al. (2009) is het model van Rouwenhorst et al. (2000) gekozen als theoretisch model. Dit artikel levert een raamwerk voor het ontwerpen van een magazijn en bespreekt de literatuur met dit frame als een referentiemodel. Het model van Rouwenhorst is gekozen omdat dit artikel focust op de latere stappen van het ontwerpproces. In tegenstelling tot de meeste ontwerpprocessen begint Rouwenhorst rondom stap 6 en richt zich op de fysieke voorraad en de handelingen binnen het magazijn. Dit past bij de situatie van Brinkers, omdat het magazijn al bestaat. In paragraaf 2.3. zal het model van Rouwenhorst worden uitgelegd. Daarna zal paragraaf 2.4. de toepassing van het model op de situatie van Brinkers bespreken.

2.3. Rouwenhorst et al. (2000)

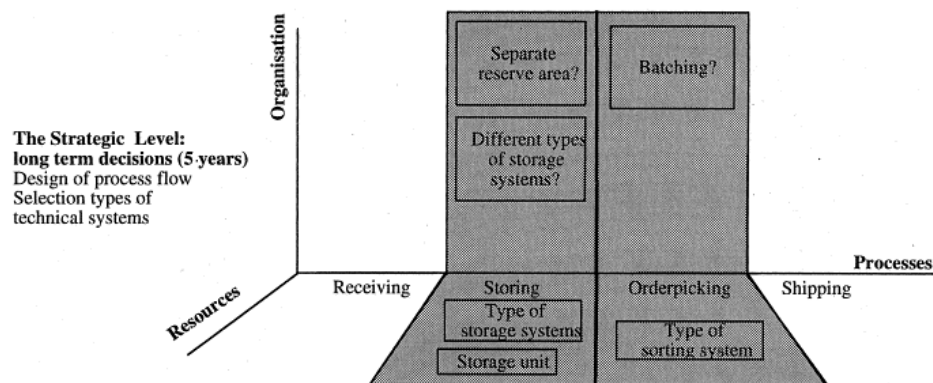
Volgens Rouwenhorst kan het magazijn van drie verschillende kanten worden bekeken: vanuit de processen, de middelen en de organisatie. De producten die het magazijn binnenkomen, leggen een route af. De stappen in de route worden de *processen* genoemd. De *middelen* omvat alle financiële middelen, apparatuur en het benodigde personeel om een magazijn te kunnen laten draaien. Ten slotte, de *organisatie* bevat het planning- en sturingsbeleid dat gebruikt wordt om het systeem te besturen.

Het ontwerp begint met een functionele beschrijving. Vervolgens wordt er een technische specificatie gegeven en eindigt het ontwerp met het kiezen van apparatuur en het bepalen van de lay-out. Dit proces kan worden weergegeven in de volgende zeven stappen:

1. Definieer het concept
2. Verwerf data
3. Maak functionele specificaties
4. Maak technische specificaties
5. Selecteer de middelen
6. Ontwikkel een lay-out
7. Selecteer een planning- en sturingsbeleid

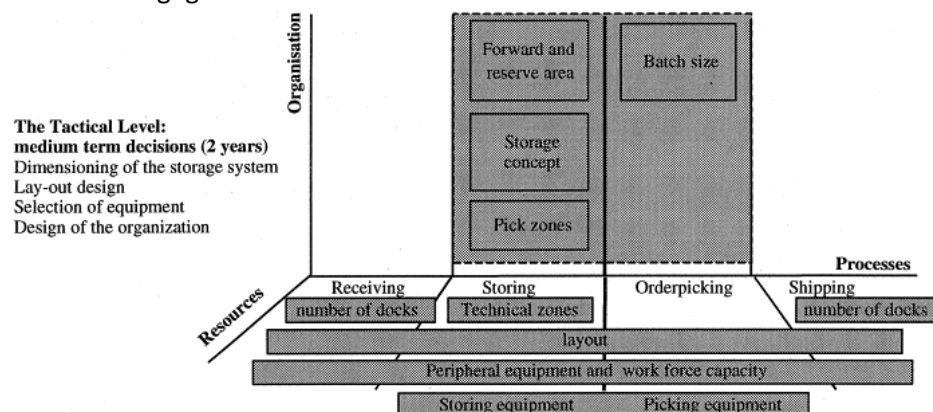
Anderzijds kunnen deze beslissingen ook uitgevoerd worden op een strategisch, tactisch of operationeel niveau. De drie aspecten van het magazijn die hierboven beschreven worden, de processen, de middelen en de organisatie, zijn de drie assen waarop in figuur 4, 5 en 6 respectievelijk het strategisch, tactisch en operationeel niveau worden uitgebeeld.

Op het strategische niveau gaat het om beslissingen met een langdurige impact. Vaak zijn dit ook beslissingen die grote investeringen met zich mee brengen. De beslissingen kunnen worden opgedeeld in twee hoofdgroepen: de beslissingen over het ontwerp van de procesflow (alle benodigde processen) en de beslissingen over de selectie van soorten warehousesystemen (alle systemen die een grote investering vergen). Vaak hangen de beslissingen in deze twee groepen van elkaar af. Hierdoor wordt het selectieproces verdeeld in twee opeenvolgende beslissingsproblemen: één probleem gebaseerd op het technisch vermogen en één gebaseerd op economische afwegingen. In figuur 4 is een aantal ontwerpproblemen op strategisch niveau weergegeven.



Figuur 4: het strategische niveau. Overgenomen uit *Warehouse design and control: Framework and literature review* (p. 521) door B. Rouwenhorst, B. Reuter, V. Stockrahm, G.J. van Houtum, R.J. Mantel en W.H.M. Zijm, 2000, *European Journal of Operational Research*, Volume 122, Issue 3.

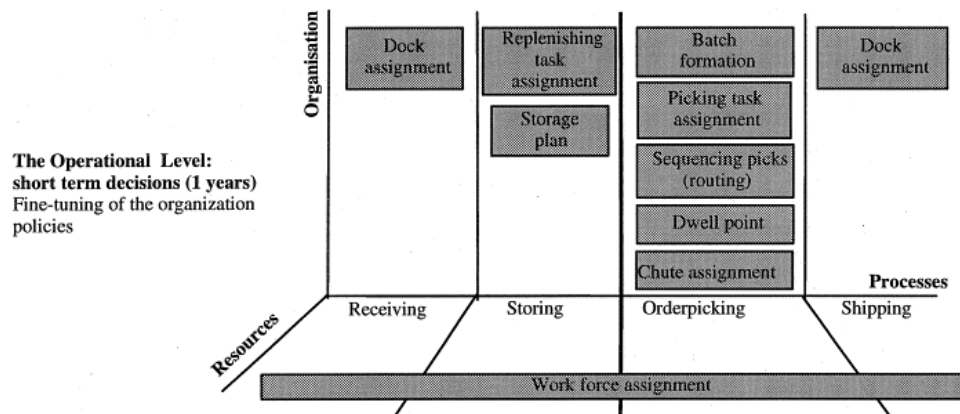
Het tactische ontwerpniveau bestaat uit beslissingen die moeten worden genomen naar aanleiding van de uitkomsten van de strategische beslissingen. De tactische beslissingen hebben een lagere impact dan de strategische beslissingen, maar moeten niet te vaak heroverwogen worden omdat er alsnog kosten aan verbonden zijn. De investeringen op tactisch niveau zijn lager dan investeringen op strategisch niveau. De opslagregels die samen het opslagbeleid vormen hangen sterk samen, maar minder dan op het strategische niveau. In figuur 5 is een aantal ontwerpproblemen op tactisch niveau weergegeven.



Figuur 5: het tactische niveau. Overgenomen uit *Warehouse design and control: Framework and literature review* (p. 521) door B. Rouwenhorst, B. Reuter, V. Stockrahm, G.J. van Houtum, R.J. Mantel en W.H.M. Zijm, 2000, *European Journal of Operational Research*, Volume 122, Issue 3.

Processen op operationeel niveau moeten worden uitgevoerd binnen het frame dat is ontstaan naar aanleiding van de beslissingen op strategisch en tactisch niveau. De voornaamste beslissingen die op dit niveau moeten worden genomen, zijn beslissingen over het toedelen en regelen van personeel

en apparatuur. Beslissingen op operationeel niveau kunnen onafhankelijk worden beoordeeld. In figuur 6 zijn ontwerpproblemen op operationeel niveau weergegeven.



Figuur 6: het operationele niveau. Overgenomen uit *Warehouse design and control: Framework and literature review* (p. 522) door B. Rouwenhorst, B. Reuter, V. Stockrahm, G.J. van Houtum, R.J. Mantel en W.H.M. Zijm, 2000, *European Journal of Operational Research*, Volume 122, Issue 3.

2.4. Toepassing op de situatie van Brinkers

Het ontwerpproces van Rouwenhorst bevat het gehele interne ontwerpproces van het magazijn. Het magazijn bij Brinkers bestaat echter al en de focus van dit onderzoek ligt op de inrichting van het magazijn. Om deze reden zal er gekeken worden naar beslissingen die betrekking hebben op het opslagproces, in de figuren 4,5 en 6 weergegeven als het “storing process” op de as genaamd “processes”. Om dezelfde reden zijn ook de opslageenheden al bekend en hoeft hier geen keuze over te worden gemaakt. Daarnaast gaat het om het ontwerp op de lange termijn. Het operationele niveau richt zich op de indeling van het magazijn die voor een korte periode wordt bepaald, zoals het indelen van het personeel. Het operationele niveau wordt hierom buiten beschouwing gelaten.

Voor alle niveaus geldt dat er geen beslissingen genomen hoeven te worden met betrekking tot de grijp- en bulkvoorraad. Door de relatief kleine omvang van de voorraad per SKU en de relatief grote ordergrootte is dit onderscheid niet van toepassing op de situatie bij Brinkers. Dit betekent dat op het strategisch niveau gekeken zal worden naar de organisatorische beslissingen en resource beslissingen over het soort opslagsysteem. Op tactisch niveau gaat het om de organisatorische beslissingen over: indelingsmethode (random, ingedeeld of gecategoriseerd), en de resource beslissingen: veranderingen in lay-out, randapparatuur, (veranderde) arbeidscapaciteit en opslagapparatuur.

2.5. Conclusie

In hoofdstuk 2 is met behulp van het artikel van Baker et al. (2009) het model van Rouwenhorst et al. (2000) gekozen als theoretisch model. Het artikel van Rouwenhorst is gekozen omdat dit artikel focust op de latere stappen van het ontwerpproces. Dit past bij de situatie van Brinkers, omdat het magazijn al bestaat. Volgens Rouwenhorst kan het magazijn van drie verschillende kanten worden bekeken: vanuit de processen, de middelen en de organisatie. Beslissingen die op deze drie vlakken moeten worden genomen, kunnen worden uitgevoerd op een strategisch, tactisch of operationeel niveau. In dit onderzoek gaat het om het ontwerp op de lange termijn, waardoor het operationeel niveau buiten beschouwing wordt gelaten. Daarnaast wordt alleen gekeken naar het opslagproces, omdat de focus van het onderzoek ligt op de inrichting van het magazijn. Bepaalde aspecten van het opslagproces zijn al bekend, zoals de opslageenheid, waardoor hier geen beslissingen over hoeven te worden genomen.

3. De huidige situatie

Dit hoofdstuk beantwoordt deelvraag 1 "Hoe verloopt het order- en productieproces?" en deelvraag 2 "Hoe ziet de huidige werkwijze en indeling van het magazijn eruit?". Voordat deze deelvragen beantwoord zullen worden, volgt in paragraaf 3.1. een aantal definities. Daarna bespreekt paragraaf 3.2. het productie- en orderproces en paragraaf 3.3. de processen in het magazijn. Paragraaf 3.4. omschrijft de huidige indeling van het magazijn. Aan het eind van het hoofdstuk worden in paragraaf 3.5. alle aspecten die leiden tot bepaalde afbakeningen van het onderzoek besproken en sluit paragraaf 3.6. het hoofdstuk af met een conclusie.

3.1. Begrippen

Voor goed begrip van dit hoofdstuk en de rest van het onderzoek worden hieronder een aantal begrippen uitgelegd.

THT: THT staat voor "tenminste houdbaar tot" en geeft de houdbaarheidsdatum van het product aan.

Veiligheidsvoorraad: In tegenstelling tot de definitie uit de literatuur is de veiligheidsvoorraad het minimale voorraadniveau waarop een nieuwe bestelling wordt geplaatst of een nieuwe productieorder wordt aangemaakt om het voorraadniveau aan te vullen.

Gereed product: Het eindproduct dat gereed is voor aflevering aan een klant.

Halffabricaat: Een halffabricaat is een tussenvorm van een product. Dit betekent dat het product nog niet klaar is om aan een klant te leveren.

Blokkade: Producten waar een kwaliteitsfout op is gedetecteerd.

Emballage: Alle verpakkingsmaterialen, zoals deksels, potten, trays, folie, etc.

Weeshuis: Alle producten die niet verkoopbaar, maar wel eetbaar, zijn worden verzameld op 1 pallet die gereserveerd is voor het weeshuis.

3.2. Het productie- en orderproces

Deze paragraaf beschrijft het productie- en orderproces en geeft hiermee antwoord op deelvraag 1 "Hoe verloopt het order- en productieproces?". Eerst zal in paragraaf 3.2.1. het orderproces en vervolgens in paragraaf 3.2.2. het productieproces worden beschreven. Het productieproces is opgesplitst in het mengproces en het vulproces. Daarnaast zijn deze processen ook weergegeven in een flowchart, zie figuur 8 op blz. 18.

3.2.1. Orderproces

Het orderproces begint met de binnenkomst van een order. Er zijn drie soorten orders die voorkomen. Allereerst een verkooporder die vanuit de klant binnenkomt. De tweede soort order komt vanuit Exact en wordt geactiveerd op het moment dat het voorraadniveau van een bepaalde SKU zich onder het niveau van de veiligheidsvoorraad bevindt. Met de veiligheidsvoorraad wordt in dit geval het minimale voorraadlevel bedoeld. De derde soort order komt ook vanuit Exact en wordt geactiveerd op het moment dat een verkooporder met een repeterend patroon is voorspeld om binnen te komen. Deze drie soorten orders corresponderen met de drie soorten producten beschreven onder het kopje "Voorraadplanning" in paragraaf 3.3. De drie soorten producten waar het om gaat zijn producten die respectievelijk op voorraad worden geproduceerd, producten die op vraag worden geproduceerd en producten die op historie worden geproduceerd.

Nadat de order is binnengekomen, wordt de order in Exact geboekt. Er wordt gekeken naar de soorten SKU's en de hoeveelheid per SKU die wordt gevraagd, wat er op voorraad ligt en wat er geproduceerd moet worden. Op het moment dat een SKU niet voldoende op voorraad is en er dus geproduceerd moet worden, wordt er een productieorder aangemaakt en wordt de SKU ingedeeld

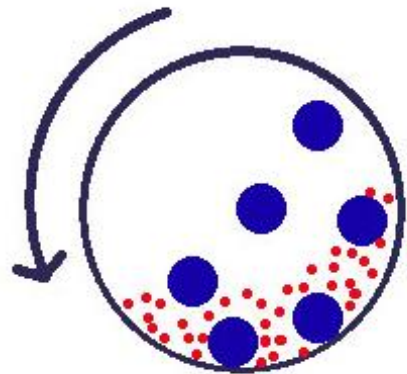
in de productieplanning. Er wordt gekeken naar het voorraadniveau van de benodigde grondstoffen en emballageproducten en welke producten eventueel bijbesteld moeten worden. Daarnaast wordt er bij de productie order ook een suborder aangemaakt. Deze suborder, ook wel mengorder genoemd, gaat naar de mengafdeling, zodat de mengafdeling het recept van de chocoladepasta kan uitlezen. De mengafdeling bepaalt zelf naar aanleiding van de productieplanning wanneer zij de chocoladepasta bereidt. De afdeling zorgt ervoor dat deze klaar staat op het moment dat het vullen van de chocoladepasta potten begint.

3.2.2. Productieproces

Het productieproces is verdeeld in twee delen, het mengen van de receptuur en het produceren van de gevulde chocoladepasta potten. Eerst wordt het mengen van de receptuur besproken, vervolgens de productie van de gevulde chocoladepasta potten.

Het mengen van de receptuur

Naar aanleiding van de productieplanning wordt bepaald wanneer de chocoladepasta, ook wel de receptuur genoemd, wordt gemaakt. Er zijn meerdere mengketels beschikbaar waarin verschillende pasta's tegelijk gemengd kunnen worden. De grondstoffen worden uit het magazijn gehaald en worden per standaard batchgrootte of meervoud hiervan gemengd. Na het mengen wordt de receptuur verplaatst naar een van de buffers. Deze buffers dienen als extra tussenstap tussen de mengketel en de kogelmolen zodat de kogelmolens nooit leeg staan. Als er een kogelmolen vrij komt, wordt de receptuur vanuit de buffer naar de kogelmolen verplaatst en daar wordt de structuur van de receptuur door middel van bewegende kogels verder verfijnd. In figuur 7 wordt de werking van de kogelmolen geïllustreerd. De pasta zit met meerdere kogels in een cilindervormig vat dat om een horizontale as draait. Door de draaiing van het vat bewegen de kogels en botsen de kogels met de deeltjes van de pasta. De pasta wordt op deze manier fijngemalen. Vanuit de kogelmolen gaat de receptuur naar een van de opslagtanks en hier blijft de receptuur totdat de receptuur gevraagd wordt vanuit de productieplanning. De afboeking van de gebruikte grondstoffen en bijboeking van gereed receptuur vindt plaats op het moment dat de receptuur gereed is en zich dus in de opslagtank bevindt.



Figuur 7: De werking van de kogelmolen

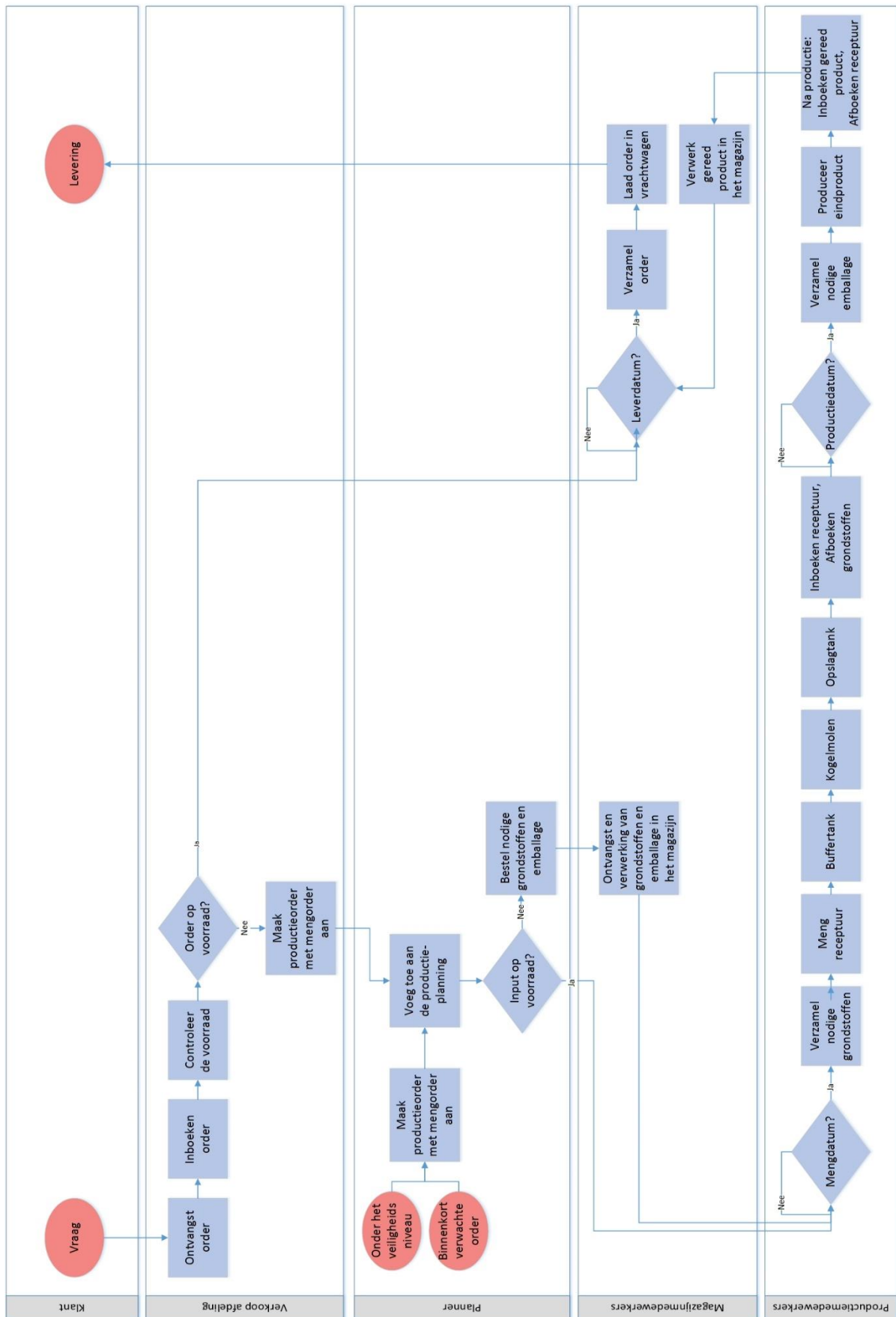
Productie van gevulde chocoladepasta potten

De potjes staan op de band en worden geordend zodat er één lijn aan potjes met dezelfde tussenafstand ontstaat. De chocoladepasta wordt op de gewenste temperatuur gebracht en via leidingen in de potten gespoten. Er zijn twee productielijnen met ieder twee vulleidingen. Als de chocoladepasta in de pot zit, kan de pot worden geseald en worden voorzien van een dop. Afhankelijk van de SKU wordt het potje voorzien van 1 of 2 etiketten. Een etiket kan om de pot worden geplaatst of op het deksel. Luxe potten hebben vaak twee etiketten, terwijl de standaard potten over het algemeen alleen een etiket om de pot hebben. Wanneer de potten zijn voorzien van een etiket worden de potten op trays geplaatst en worden deze ingewikkeld met plastic en eventueel voorzien van een sticker afhankelijk van de wensen van de afnemer. De sticker bevat een code van de productierun, ook wel een batchcode genoemd, de productie- en houdbaarheidsdatum en eventueel andere specificaties afhankelijk van de wensen van de afnemer.

De trays worden vervolgens op een pallet geplaatst. Op het moment dat de pallet vol is wordt deze naar de koelcel gebracht. Na ongeveer zes tot acht uur is de pallet op de juiste temperatuur en kan deze ingewikkeld worden met plastic en naar het magazijn worden verplaatst. In het systeem worden de pallets door de productieafdeling in het magazijn geboekt op het moment dat de gehele batch is geproduceerd. Op dit moment wordt ook de receptuur afgeboekt. De hoeveelheid receptuur afgeboekt staat in verhouding met het aantal potten bijgeboekt. Op het moment dat de batch rondom 12 uur 's nachts geproduceerd is, wordt dezelfde dagcode op de gehele batch gezet van de dag waarop het grootste deel van de batch is geproduceerd.

In de productieplanning wordt gerekend op een klein verlies van gereed product ten gevolge van productiefouten. Het kan voorkomen dat het verlies meer of minder is dan de ingecalculeerde hoeveelheid. Bij een verlies groter dan de ingecalculeerde hoeveelheid kan er een tekort van gereed product ontstaan. Bij een tekort aan gereed product kunnen er drie scenario's voorkomen. Allereerst kan het voorkomen dat Brinkers "Nee" moet verkopen aan zijn klant. Wanneer mogelijk zal Brinkers dit voorkomen waardoor scenario 2 of 3 plaats zal vinden. Respectievelijk zijn deze scenario's het gebruik maken van halffabricaat en extra produceren.

Op het moment dat er meer geproduceerd wordt dan de vraag van de klant, kan afhankelijk van het soort product de productie tijdig worden omgezet. De resterende pasta die niet nodig is voor de betreffende order wordt dan niet afgevuld in klantspecifieke potten (dus inclusief etiket), maar in potten voorzien van alleen een seal en dop. Dit gebeurt bij producten waar weinig vraag naar is. Deze potten worden vervolgens in trays op een pallet geplaatst en als de pallet is afgekoeld en ingewikkeld, wordt de pallet als halffabricaat in het magazijn opgeslagen en in het systeem geboekt. Als binnenkort vraag naar dezelfde SKU wordt verwacht, zal de productie worden afgedraaid in klantspecifieke potten en worden de producten in het systeem geboekt onder vrije voorraad. De vrije voorraad bestaat uit producten die in het magazijn staan, maar niet zijn toegewezen aan een klant. De producten zijn dus gereed om geleverd te worden.



Figuur 8: Flowchart van het productie- en orderproces

3.3. Processen in het magazijn

In deze paragraaf worden de verschillende processen in het magazijn beschreven. De vijf processen die worden behandeld zijn het FIFO of LIFO wegzetten van producten, binnenkomende artikelen, binnenkomend gereed product, uitgaande order en voorraadplanning.

Het FIFO of LIFO wegzetten van producten

Voor alle producten met een houdbaarheidsdatum wordt de FIFO methode toegepast. FIFO staat voor “first in first out”. In verband met de houdbaarheid van de artikelen is het belangrijk dat het oudste artikel als eerste wordt gebruikt. Zo blijft het aantal producten incourant beperkt. Voor alle andere SKU’s maakt het niet uit welk artikel wordt gebruikt. Dit zijn de SKU’s zonder houdbaarheidsdatum en deze behoren tot de productgroep emballage. In praktijk zal hier vaak de LIFO (“last in first out”) methode worden toegepast doordat de producten worden gestapeld en de oudste producten vooraan staan.

Binnenkomende artikelen

Een vrachtwagen met de bestelling komt aan en de magazijnbeheerders zetten de artikelen, bestaande uit grondstoffen en/of emballage, binnen. Hierna controleren zij de THT datum, het batchnummer en het aantal kilo’s en kan de bestelling afgetekend worden. Dit gebeurt zowel op papier als in het systeem. De artikelen worden tijdelijk aan het begin van het magazijn gezet, zodat ruimte gecreëerd kan worden bij de productgroep in het magazijn. Deze ruimte is in figuur 11, zie blz. 26, aangegeven met “inkomende goederen”. Doordat de bestelling is afgetekend in het systeem kan de kwaliteitsafdeling in het systeem zien dat de bestelling binnen is en zal de kwaliteitsafdeling, wanneer het om grondstoffen gaat, een kwaliteitscontrole uitvoeren. Als de artikelen voldoen aan de kwaliteitsnorm wordt er een bon uitgedraaid en op de pallet geplakt. Hierna zijn de artikelen klaar voor gebruik en worden deze bij hun productgroep gezet. Bij emballage artikelen, met uitzondering van etiketten, is deze controle niet nodig en kunnen de artikelen zonder bon bij hun productgroep. Bij binnenkomst van etiketten wordt er wel een kwaliteitscontrole gedaan. Totdat deze controle is uitgevoerd staan de etiketten ook aan het begin van het magazijn.

Binnenkomend gereed product

De producten van de productie komen aan in het magazijn en moeten vervolgens een plek krijgen in het magazijn. Voor zover mogelijk worden alle producten van een batch bij elkaar geplaatst. Omdat er gebruik van FIFO wordt gemaakt, “moeten” de oudste producten vooraan staan. De oudere producten moeten dus verschoven worden zodat de nieuwe batch geplaatst kan worden waarna de oudere producten ervoor worden teruggezet. Door het (gemiddeld) kleine aantal artikelen per SKU worden er meerdere SKU’s per rij opgeslagen. Bij het wegzetten moet er dus ook gekeken worden naar de volgorde waarin de SKU’s worden neergezet. De vaak gevraagde producten horen vooraan te staan en de producten met weinig vraag achteraan.

Uitgaande order

Binnen het magazijn is er geen gereserveerde ruimte voor het klaarzetten van orders. Wanneer de voorraadbeheerders een order klaar moeten zetten, gebeurt dit bij het laaddock. Zij halen de producten uit het magazijn en stapelen deze voor het laaddock op of zetten deze op de eventuele lege opslagplekken naast het laaddock. Zoals bij “Binnenkomend gereed product” is vermeld, staan er meerdere SKU’s per rij. Het kan hierdoor voorkomen dat andere artikelen voor het benodigde artikel staan. In dit geval zetten de voorraadbeheerders de andere artikelen aan de kant zodat zij bij het benodigde artikel kunnen. Later zetten zij de aan de kant gezette artikelen weer terug. Binnen de order is gespecificeerd welke SKU en batchcode geleverd moeten worden. Door voorraadverschillen en door de onbekende locatie van artikelen komt het vaak voor dat de gevraagde specificaties van

de producten in het systeem niet overeenkomen met de producten in het magazijn. Als dit het geval is, nemen de voorraadbeheerders contact op met het kantoor en overleggen zij wat er met de order zal gebeuren. Bij veranderingen moet er een mutatieformulier worden ingevuld waarna de veranderingen worden doorgevoerd in Exact.

Voorraadplanning

Het gereed product is te verdelen in drie soorten producten. Producten die op voorraad worden geproduceerd, producten die op vraag worden geproduceerd en producten die op historie worden geproduceerd. Voor de grote klanten zoals Klant 4 wordt op voorraad geproduceerd waarbij een veiligheidsvoorraad wordt gehanteerd. Producten waar weinig en onregelmatige vraag naar is, worden op vraag geproduceerd. De overige groep producten waar weinig maar regelmatige vraag naar is, wordt op historie geproduceerd. Gegevens uit het verleden worden gebruikt om de grootte en de datum van de volgende order te voorspellen, zodat de artikelen op voorraad liggen op het moment dat de order daadwerkelijk binnenkomt. Gegevens uit het verleden worden ook gebruikt bij voorraad gestuurde SKU's. Het verschil tussen productie op voorraad en productie op historie is dat bij productie op voorraad er een veiligheidsvoorraad wordt aangehouden en bij productie op historie niet.

3.4. Huidige indeling van het magazijn

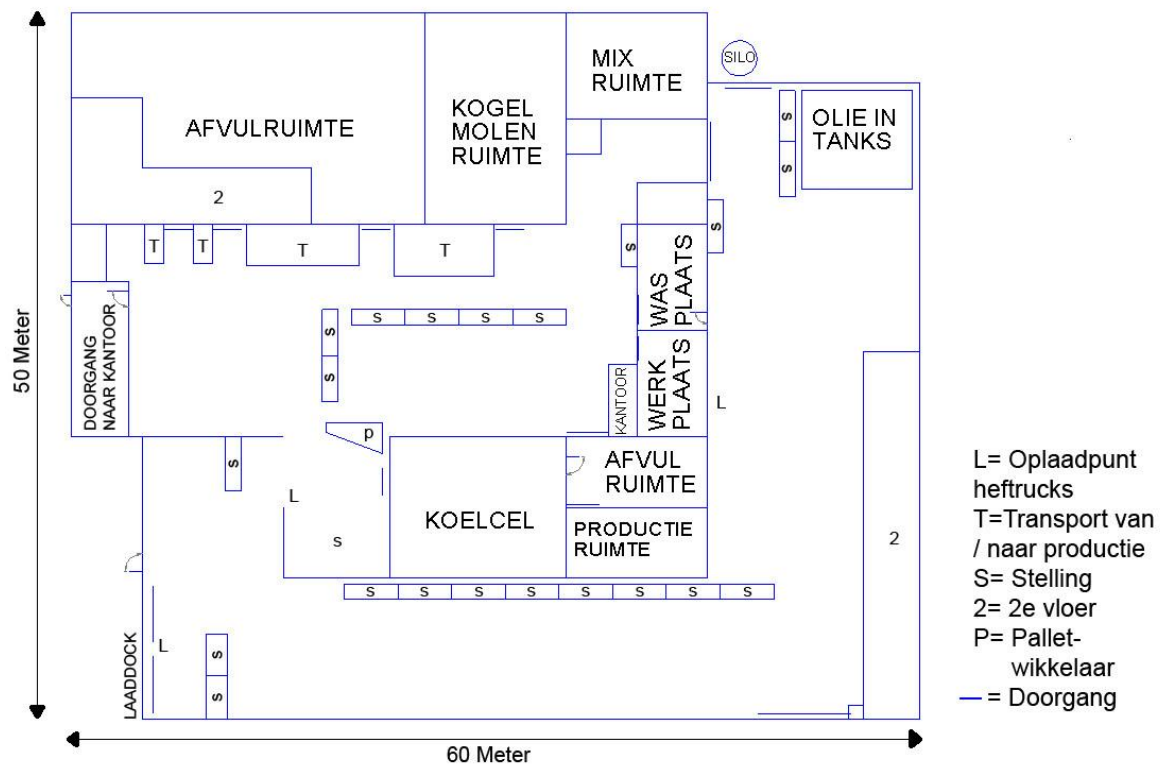
Deze paragraaf beantwoordt deelvraag 2 "Hoe ziet de huidige indeling en werkwijze van het magazijn eruit?". Eerst zal het magazijn in paragraaf 3.4.1. worden toegelicht, waarbij de opslageenheid, de indelingsmethode en het opslagsysteem aan bod zullen komen. Vervolgens worden de goederenstromen in paragraaf 3.4.2. en het gebruik van Exact als het Enterprise Resource Planning software systeem in paragraaf 3.4.3. besproken. In paragraaf 3.4.4. zal de verdeling tussen de productgroepen in kaart worden gebracht. De data gebruikt met betrekking tot de SKU's zijn van de periode 01-01-2016 tot en met 31-03-2016. Er is voor een kwartaal gekozen, omdat het bedrijf snel groeit en er geen sprake is van seizoensgestuurde vraag.

3.4.1. Het magazijn

Brinkers maakt gebruik van vier opslagruimtes: het eigen magazijn, opslagruimte bij extern opslagbedrijf 1, opslagruimte bij extern opslagbedrijf 2 en opslagruimte bij extern opslagbedrijf 3. Het eigen magazijn is het hoofdmagazijn en bevindt zich naast de productiehal. Alle artikelen gaan via het eigen magazijn naar de productie, naar de klant of naar een van de andere magazijnen. De opslagruimte bij extern opslagbedrijf 1 betreft een vaste ruimte die wordt gehuurd. Deze ruimte wordt gebruikt als uitbreiding van het eigen magazijn. De producten die bij extern opslagbedrijf 1 opgeslagen worden, zijn halffabricaten, incurante producten, grondstoffen in vaten en emballage. Gereed product en grondstoffen die niet verpakt zijn in vaten mogen niet bij extern opslagbedrijf 1 opgeslagen worden in verband met metaaldeeltjes die in de ruimte aanwezig zijn. De opslag bij extern opslagbedrijf 2 wordt gehuurd per palletplaats en wordt alleen gebruikt voor producten van Klant 4. De opslagruimte is ontstaan om meer ruimte te creëren in het eigen magazijn. De opslagruimte bij extern opslagbedrijf 3 wordt gebruikt als distributiekanaal naar Oost-Europa. Doordat de opslag bij extern opslagbedrijf 3 wordt gebruikt als distributiecentrum heeft de opslag bij extern opslagbedrijf 3 een andere reden dan de opslag bij extern opslagbedrijf 2. De opslag bij extern opslagbedrijf 3 wordt daarom niet gezien als ongewenste externe opslag en zal in dit onderzoek buiten beschouwing worden gelaten.

Voor dit onderzoek zal alleen gekeken worden naar de indeling van het eigen magazijn. Soorten producten die in het eigen magazijn worden opgeslagen zijn grondstoffen, halffabricaten, emballage, lege pallets en gereed product. De opslag van lege pallets wordt niet meegenomen in het onderzoek,

omdat deze buiten opgeslagen worden. De huidige lay-out van het magazijn zonder artikelen is weergegeven in figuur 9. De verdeling van SKU's binnen het magazijn wordt later in paragraaf 3.4.4 besproken.



Figuur 9: De huidige lay-out van het magazijn

Opslageneenheden

De opslageneenheid die in de meeste gevallen gebruikt wordt is de pallet. Uitzonderingen zijn de etiketten die per rol worden weggezet in stellingen, gekoelde grondstoffen (in de koelcel) en grondstoffen opgeslagen in een silo of tank. Er zijn vier verschillende pallets, de WWE-, WWG-, EURO- en CHEPpallet. In tabel 3 volgt een beschrijving van de pallets inclusief de grootte. Het eigen magazijn maakt gebruik van 3 heftrucks, een elektrische pompwagen en normale pompwagens om de pallets te vervoeren. De heftrucks en elektrische pompwagen moeten om een bepaalde tijd worden opgeladen en zijn hierdoor soms tijdelijk buiten gebruik. In het magazijn zijn drie laadpunten, zie figuur 9, waar de trucks kunnen worden opgeladen. In praktijk kan overdag alleen de oplaadplek rechts van de werkplaats worden gebruikt, omdat dan de truck bij de andere twee oplaadpunten in de weg staat.

Pallet afkorting	Beschrijving	Grootte in mm
WWE	Wegwerp-EURO	800 x 1200
WWG	Wegwerp-Groot	1000 x 1200
EURO	Euro	800 x 1200
CHEP	Kunststof huurpallet	1000 x 1200

Tabel 3: Soorten Pallets

Indelingsmethodes

Er zijn drie veel voorkomende indelingsmethoden bekend in de literatuur (Goetschalckx en Ratliff, 1990) : toegewezen, random en gegroepeerd. Toegewezen betekent dat iedere SKU zijn eigen plek heeft binnen het magazijn en op deze plek mogen geen andere SKU's staan. Random houdt in dat

elke SKU op elke plek in het magazijn mag worden neergezet en gegroepeerd betekent dat locaties zijn toegewezen aan groepen SKU's en een SKU binnen de locaties toegewezen aan zijn groep vrij mag worden neergezet. De indelingsmethode die op dit moment theoretisch wordt toegepast is deels gegroepeerd en deels toegewezen. De opslag van gereed product, blokkade, halffabricaat, weeshuis, grondstoffen (normaal), potten, deksels, etiketten en verpakkingsmateriaal is gegroepeerd per productgroep. Daarnaast zijn een deel van de normale grondstoffen en allergene grondstoffen toegewezen aan een eigen plek. Het andere deel is gegroepeerd per rij waardoor meerdere allergene SKU's op dezelfde plek mogen staan. In de praktijk lukt het vaak niet om deze gegroepeerde of toegewezen indeling aan te houden. Door ruimtetekort in het magazijn komt het vaak voor dat een pallet niet bij zijn eigen groep past en worden de medewerkers gedwongen om de producten op een andere plek neer te zetten. Zo kan het voorkomen dat het gereed product zich tussen de grondstoffen bevindt. Naast het groeperen van productgroepen proberen de voorraadbeheerders de producten ook per SKU te groeperen, zodat alle producten van dezelfde SKU bij elkaar staan.

Het opslagsysteem

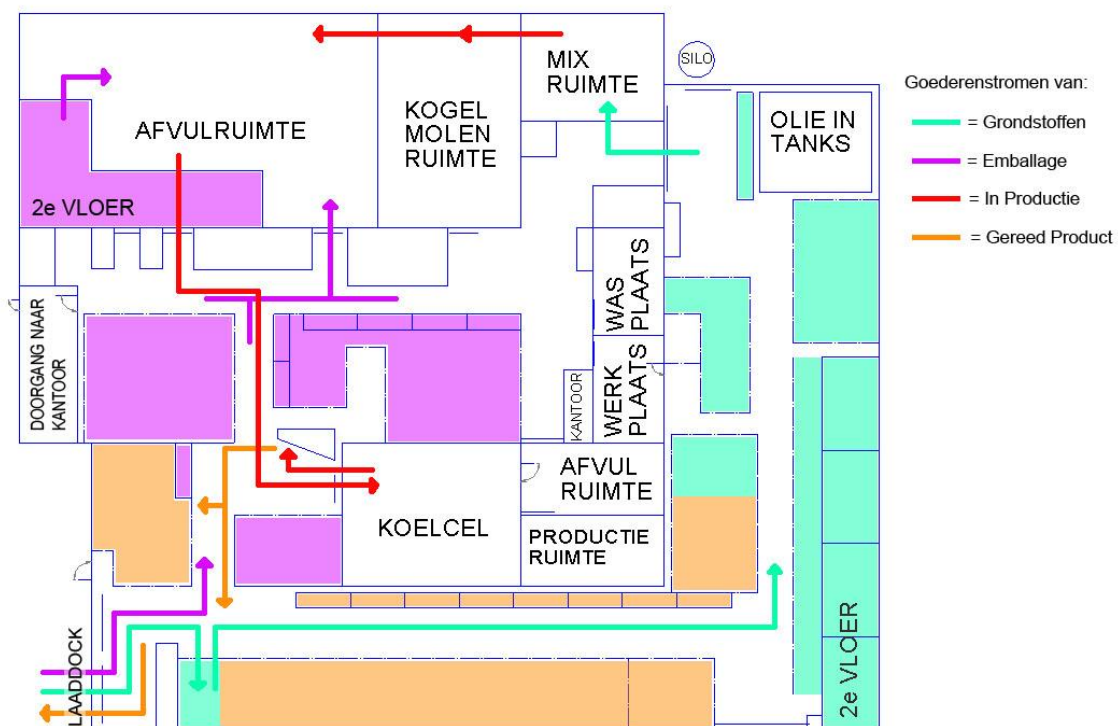
In de huidige situatie wordt het stapelen van pallets in combinatie met palletstellingen en een inrijstelling gebruikt als opslagsysteem. Zoals al eerder genoemd, geldt voor houdbare producten die opgestapeld worden dat het nieuwste product achterin en onderin ligt waardoor alle pallets moeten worden verzet om de nieuwe batch neer te zetten. Ook moeten pallets worden verzet als meerdere SKU's in dezelfde rij staan en het gewenste product achter andere SKU's staat. Nadat de gewenste pallet is gepakt moeten alle weggezette pallets weer terug geplaatst worden. Bij het stapelen van de pallets worden de pallets met 1200 mm in de breedte geplaatst, zodat elke soort pallet in alle rijen past. In lengte kunnen de pallets dus verschillen en het aantal pallets per rij kan dus ook verschillen. Achter de stellingen en rijen pallets en tussen twee rijen pallets wordt een halve meter vrij gehouden in verband met tellingen en kwaliteitseisen van het magazijn. Het is nagevraagd bij de inspectie en dit is geen vereiste, maar een keuze die het bedrijf zelf heeft gemaakt. Naast gereed product en grondstoffen (de houdbare producten) worden ook deksels en potten gestapeld volgens het LIFO principe. De etiketten bevinden zich in kleine stellingen en het resterende verpakkingsmateriaal, voornamelijk trays, bevindt zich in normale stellingen en in de inrijstelling links van de koelcel.

Daarnaast wordt tijdens het stapelen van gereed product onderscheid gemaakt tussen potten met metalen deksels en potten met plastic deksels. De potten met plastic deksels kunnen tot drie (volle pallets) hoog worden opgestapeld. Dit heeft te maken met het maximale gewicht dat op de potten kan worden gezet zonder dat de potten beschadigd worden. De potten met metalen deksels mogen niet gestapeld worden in verband met indeukbaarheid en moeten hierdoor in een stelling geplaatst worden. De afmetingen van de standaard stellingen zijn 5250 x 1100 x 3800 mm (H x D x B). In figuur 9 zijn de stellingen aangegeven met een "S", maar er zijn zes stellingen met andere afmetingen. Het gaat hier om de twee stellingen tegenover het laaddock, twee stellingen verticaal geplaatst boven de palletwikkelaar, de stelling links tegen de buitenmuur van de wasplaats aan en de inrijstelling links van de koelcel. Afhankelijk van de productsoort kunnen in de standaard stelling drie of vier lagen pallets staan. Daarnaast kunnen in de stelling per rij afhankelijk van de palletgrootte ook 3 of 4 pallets staan. Voor pallets met een afmeting van 1200 x 1000 mm kunnen er drie pallets op een rij en voor pallets met een afmeting van 1200 x 800 mm kunnen er vier pallets op een rij. Voor beide soorten pallets geldt dat de smalle kant van de pallet naar voren in de stelling staat. Dit betekent dat de diepte van de pallets 1200 mm is en de pallets dus achter de stelling 100 mm uitsteken.

De tijd besteed aan het pakken van een pallet en aan het wegzetten van een pallet voor zowel leveringen als ontvangsten wordt vanaf nu, in tegenstelling tot de definitie gegeven in de literatuur, de orderpicktijd genoemd. Bij het gebruik van het huidige opslagsysteem is de tijd jaarlijks besteed aan het pakken en wegzetten van pallets voor gereed product, grondstof en deksels gelijk aan 2464,3 uur. In bijlage 1 wordt uitgelegd hoe dit getal tot stand is gekomen.

3.4.2. Goederenstromen

Hoe de goederenstromen binnen het magazijn en de productie verlopen, is weergegeven in figuur 10. Hieronder volgt een korte beschrijving per productgroep. Alle hoofdproductgroepen worden zo dicht mogelijk opgeslagen bij de volgende locatie waar ze nodig zijn, waardoor de goederen een relatief korte afstand afleggen. De grondstoffen staan in het magazijn dicht bij de mixruimte, emballage staat dicht bij de afvulruimte en het gereed product staat dicht bij het laaddock. Dit betekent dat de verdeling van de hoofdproductgroepen over het magazijn een logische indeling is, omdat de reisafstanden kort zijn. De kruisende lijnen in figuur 10 geven een indruk van inefficiëntie, maar deze lijnen kunnen met de huidige indeling van het gebouw niet vermeden worden.



Figuur 10: Goederenstromen binnen het magazijn en productie

Emballage

Emballage komt linksonder bij het laaddock binnen waarna deze in één van de roze vakken wordt gezet. Hier staat de emballage opgeslagen totdat er vraag naar is bij een productieorder. De benodigde emballage wordt op dat moment vanuit het magazijn door productiemedewerkers naar de afvulruimte verplaatst.

Grondstoffen

Grondstoffen komen linksonder bij het laaddock binnen waarna deze in het groene vak bij het laaddock worden neergezet. Na de kwaliteitscontrole worden de grondstoffen verplaatst naar de groene vakken aan de rechterkant van het magazijn. Hier staan de grondstoffen opgeslagen totdat er vraag naar is bij een mengorder. De benodigde grondstoffen worden op dit moment vanuit het

magazijn door de mengers naar de mixruimte verplaatst. Grondstoffen in de silo of olietanks worden via leidingen naar de mixruimte gebracht. Doordat deze grondstoffen niet door de medewerkers verplaatst hoeven te worden, zijn deze goederenstromen niet weergegeven in het schema.

In Productie

Met “In Productie” worden alle fases van het product binnen de productie bedoeld. Aan het begin van het proces wordt hiermee de receptuur bedoeld en later de gevulde potten chocoladepasta in verschillende fases totdat het product gereed is om geleverd te worden. Dit is op het moment dat de pallet ingewikkeld is nadat de pasta voldoende afgekoeld is in de koelcel en hiermee de juiste structuur heeft gekregen.

Gereed Product

Het gereed product komt vanuit de palletwikkelaar en wordt in het magazijn geplaatst in één van de geel gekleurde vakken. Op het moment dat de order geleverd moet worden, wordt het nodige gereed product verzameld voor het laaddock en kan de order in de vrachtwagen geladen worden.

3.4.3. Enterprise Resource Planning software systeem

Brinkers gebruikt het Enterprise Resource Planning (ERP) software systeem Exact. ERP software automatiseert een deel van de activiteiten tussen alle afdelingen in een organisatie, zoals boekhouding, klantrelatie management en voorraadbeheer. Naast de geautomatiseerde activiteiten zijn er ook activiteiten die niet geautomatiseerd zijn zoals de planning en het bestellen van goederen. Naast het automatiseren van activiteiten ondersteunt het gebruik van ERP software de informatiestromen tussen alle operationele afdelingen. Er worden bij Brinkers 7 magazijnen onderscheiden in Exact: 1: het Hoofdmagazijn, 2: Blokkademagazijn, 3: Friesland, 999: Incourant, HF: Halffabricaten, Transport en Extern opslagbedrijf 3. Tabel 4 geeft een korte uitleg per magazijn.

Het magazijn	Beschrijving
1: Hoofdmagazijn	In het hoofdmagazijn staat het gereed product, emballage, grondstof en lege pallets.
2: Blokkademagazijn	Producten waar een kwaliteitsfout op is gedetecteerd worden genoteerd als blokkade. Deze producten kunnen op dit moment niet worden verkocht. De producten uit het blokkademagazijn kunnen drie verschillende paden doorlopen. Allereerst kan het product worden verbeterd waarna het product alsnog kan worden verkocht. Het tweede pad is dat het product aan derden wordt verkocht. De laatste optie houdt in dat het product moet worden afgevoerd.
3: Friesland	In Friesland wordt er gebruik gemaakt van een extern opslagbedrijf genaamd extern opslagbedrijf 2. Deze opslagplaats wordt gebruikt voor de producten van Klant 4.
999: Incourant	Onder incurante voorraad valt de voorraad die voorbij de uitleverer THT is. De uitleverer THT is de uiterste datum waarop de producten kunnen worden uitgeleverd aan de klant.
HF: Halffabricaten	Een halffabricaat is een tussenvorm van een product, het product is nog niet klaar om aan een klant geleverd te worden.
Transport	Producten die onderweg zijn vallen onder het magazijn: transport.
Extern opslagbedrijf 3	Bij extern opslagbedrijf 3 worden producten opgeslagen voor distributie naar Oost-Europa.

Tabel 4: Magazijnen in Exact

De artikelen worden toegewezen aan het magazijn waar zij zich in bevinden. Per artikel wordt dus aangegeven in welk magazijn (bekend in Exact) het zich bevindt, maar binnen het magazijn wordt

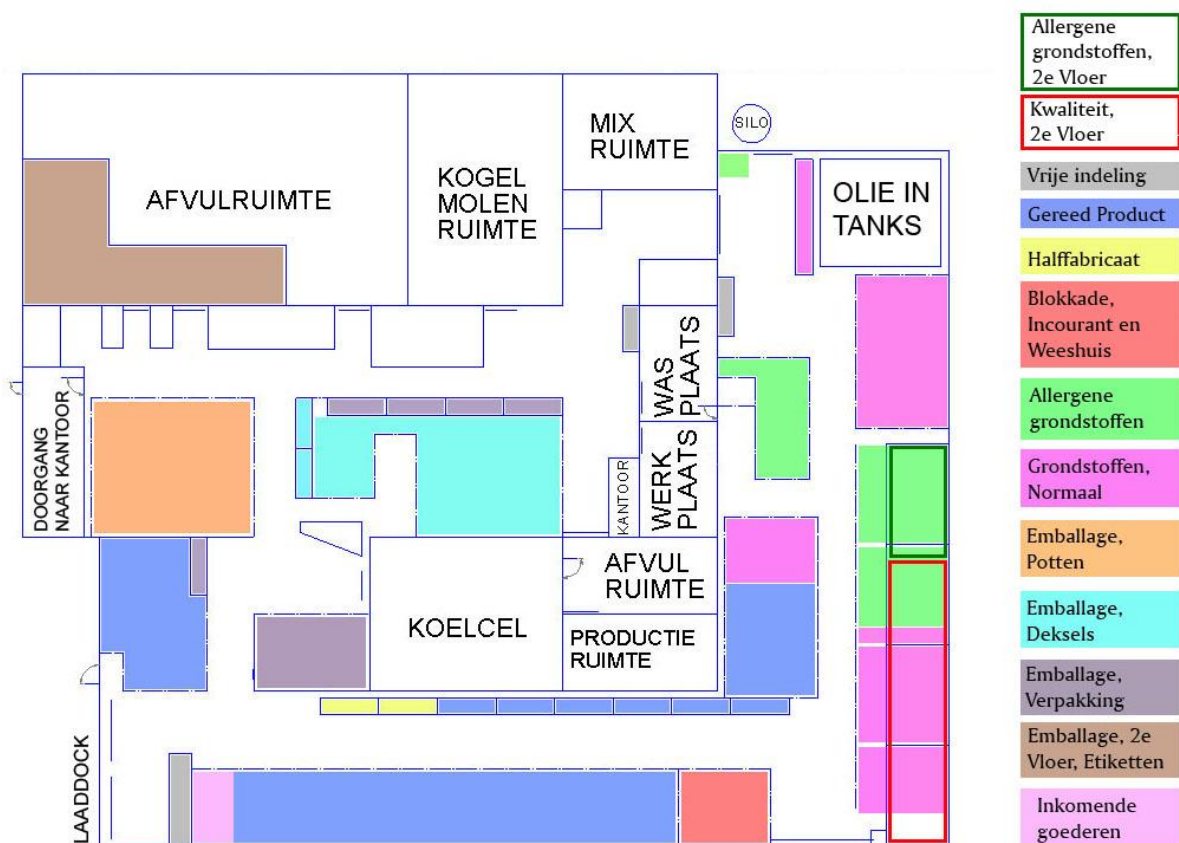
geen specifieke locatie gegeven. In het systeem wordt dus geen onderscheid gemaakt tussen producten die op eigen locatie worden opgeslagen en producten die bij extern opslagbedrijf 1 worden neergezet. Beide locaties behoren tot magazijn 1: hoofdmagazijn, 2: blokkademagazijn, 999: incourant en HF: halffabricaat.

Exact houdt het voorraadniveau van alle SKU's bij. De voorraad van gereed product, halffabricaat en product incourant wordt per tray bijgehouden. De voorraad van grondstoffen staat per kilo genoteerd en vervolgens worden deksels, potten, trays en etiketten per stuk geteld. Naast de hoeveelheden geeft Exact ook aan wanneer er niet voldoende SKU op voorraad ligt om de productieplanning te voltooien. Dat wil zeggen dat het systeem de voorraad controleert op het moment dat er een productie- en mengorder wordt aangemaakt. Is de voorraad van een SKU kleiner dan de benodigde hoeveelheid SKU voor de order, dan kleurt de SKU rood. Het systeem waarschuwt de planner, maar de planner bepaalt zelf wanneer er een bestelling wordt geplaatst om de voorraad aan te vullen. Bij gereed product wordt de uitlever THT bijgehouden. Tot en met deze datum mag het product verkocht worden aan de klant van Brinkers, maar het product zelf is dus langer houdbaar. De SKU kleurt geel als het artikel binnen 2 maanden over zijn uitlever THT gaat en oranje als het artikel binnen 1 maand over zijn uitlever THT gaat. Op het moment dat het artikel rood kleurt, betekent dit dat het product over zijn uitlever THT is.

3.4.4. Verdeling tussen grondstoffen, emballage, halffabricaat en gereed product

Naast de lay-out van het magazijn is ook gekeken naar de verdeling tussen verschillende productgroepen, zoals is weergegeven in figuur 11. In de figuur is de vaste constructie aangegeven met een doorgetrokken lijn. De vaste constructie van het magazijn bestaat uit alles wat in het magazijn staat en niet direct verplaatsbaar is, zoals de muren, deuren en stellingen. De vakken waar artikelen in horen te staan zijn aangegeven met een stippellijn. Daarnaast corresponderen de kleuren van de vakken met de achtergrondkleuren van de productgroepen die rechts in de figuur staan weergegeven. Met "Emballage, Verpakking" worden de verpakkingsmaterialen (kartonnen trays, folie, etc) van een pot gereed product bedoeld en met "Kwaliteit, 2^e vloer" worden de trays die de kwaliteitsafdeling opslaat voor mogelijk onderzoek bij klachten bedoeld. In totaal is er ongeveer 1600 m² opslagruimte beschikbaar in het eigen magazijn waarvan 430 m² voor emballage wordt gebruikt. Daarnaast varieert de opslag bij extern opslagbedrijf 1, maar hier is een ruimte van ongeveer 200 m² beschikbaar voor opslag van diverse producten.

Uit een telling blijkt dat de capaciteit van het magazijn bij de huidige indeling 1411 pallets van 800 x 1200 mm met de standaard hoogte van gereed product ($\pm 1,20$ m) is. Tijdens de telling is gekeken naar het maximum aantal pallets dat in het magazijn mag staan en niet naar het aantal pallets dat er op dat moment daadwerkelijk stond. De dag van de telling heeft dus geen invloed op de getelde capaciteit. In bijlage 2 is te zien hoe de capaciteit is berekend. Ook is hier een verdeling gemaakt van de capaciteit per productsoort en per palletsoort. De capaciteit vertelt hoeveel pallets met standaard afmetingen er maximaal (rekening gehouden met de vakken waar pallets mogen staan) in het magazijn passen; de voorraadniveaus geven aan hoeveel er daadwerkelijk in het magazijn staat. De voorraadniveaus zijn bekend van magazijn 1: Hoofdmagazijn, 2: Blokkade, 999: incourant en HF: halffabricaat. Het totaal staat voor de voorraad van het eigen magazijn en het magazijn bij extern opslagbedrijf 1 samen.



Figuur 11: Indeling van het magazijn m.b.t. productgroepen

Voorraad soort	01-2016	02-2016	03-2016	04-2016	Gemiddelde Totaal	Min	Max
Totaal Hoofdmagazijn (exclusief grondstof)	597	595	592	-	595	477	723
-Deksels	112	102	110	-	108	93	124
-Gereed Product	423	431	419	-	424	317	545
-Blokkade, Incourant en Weeshuis	30	30	30	-	30	-	-
-Halffabrikaat	32	32	32	-	32	-	-
<i>Gereed Product</i>							
-800 mm x 1200 mm	346	345	354	-	349	279	440
-1000 mm x 1200 mm	77	86	65	-	75	35	199
<i>Deksels</i>							
-800 mm x 1200 mm	-	-	-	-	-	-	-
-1000 mm x 1200 mm	112	102	110	-	108	93	124
Volle pallets	82	74	79	-	79	64	93
Halve pallets (# dozen)	754	724	798	-	760	671	881

Tabel 5: Voorraadgegevens (in pallets) voor magazijn 1, 2, 999 en HF

De voorraadniveaus in magazijn 1, 2, 999 en HF zijn weergegeven in tabel 5. Om het totaal aantal pallets te berekenen moet de voorraad, bijgehouden in trays, kilo's of stuks, omgezet worden naar voorraad in pallets. Hoe de voorraad is omgezet voor producten in het hoofdmagazijn is te vinden in bijlage 3. Het voorraadniveau van het totale magazijn is weergegeven per pallet en exclusief grondstof en emballage-verpakking. In de capaciteit van 1411 pallets (800 x 1200 mm met de standaard hoogte van gereed product) zijn deze productgroepen wel meegerekend en is de hoogte van een pallet en de palletsoort ook meegenomen. Hierdoor is de capaciteit niet direct te vergelijken met het voorraadniveau. Om de capaciteit te kunnen vergelijken met het voorraadniveau moet de capaciteit worden weergegeven voor gereed product, deksels, blokkade, incurant, weeshuis en halffabricaat, waarbij onderscheid is gemaakt tussen de palletsoorten en de hoogte van de pallet. De capaciteit vergelijkbaar met het voorraadniveau is geschat op 675 pallets, zie bijlage 2.

Op voorraad opgeslagen SKU's

Volgens de planner worden producten voor de klanten 1, 2, 3 en 4 en eigen productlijn Tesco op voorraad geproduceerd. Echter de producten voor Klant 4 worden niet opgeslagen in het eigen magazijn, maar bij extern opslagbedrijf 2 en zijn hierdoor buiten beschouwing gelaten. Uit de voorraadniveaus per SKU blijkt dat in praktijk niet alle SKU's binnen deze groep op voorraad worden geproduceerd. Voor alle SKU's binnen deze groep is gekeken of er een vast bestelniveau wordt aangehouden en naar het aantal dagen dat het kost totdat de voorraad weer is aangevuld. Voor de SKU's van Tesco geldt dat er wel altijd voorraad is, maar dat er geen vast bestelniveau wordt aangehouden en het lang duurt totdat de voorraad weer wordt aangevuld. In het eigen magazijn binnen de productgroep gereed product zijn er vijf SKU's die op voorraad worden geproduceerd. Deze vijf SKU's zijn weergegeven in tabel 6 met de gemiddelde hoeveelheid voorraad, het minimum en het maximum. Klant 3 is een nieuwe klant waardoor de hoeveelheid data beperkt is en het voorraadniveau dat is weergegeven niet veel zegt over de toekomstige voorraad voor deze klant. Bij de inkoop is gekeken naar de omvang van de voorraad voor deksels. Uit de data blijkt dat er zeven soorten deksels een gemiddelde voorraad hebben groter dan vier pallets, waarvan er bij vier SKU's wel een bestelniveau wordt aangehouden en de voorraad tijdig wordt aangevuld. Deze vier SKU's zijn ook weergegeven in tabel 6 met het gemiddelde, minimum en maximum.

Hoofdmagazijn				
Klant	SKU	Gemiddelde	Min	Max
Klant 1	SKU 1	6,6	0,5	14,6
Klant 2	SKU 2	9,1	0,6	18,6
Klant 2	SKU 3	9,6	0,2	24,2
Klant 2	SKU 4	11,8	0,0	25,1
Klant 3	SKU 5	9,6	1,7	20,3

Deksels				
SKU	Gemiddelde	Min	Max	
SKU 6	6,1	0,5	10,6	
SKU 7	9,5	5,0	13,6	
SKU 8	6,4	6,1	6,6	
SKU 9	5,9	5,2	6,0	

Tabel 6: Voorraadniveaus in pallets van producten die op voorraad opgeslagen worden

3.5. Afbakening

In hoofdstuk 3 komen meerdere aspecten van de huidige situatie naar voren die leiden tot bepaalde afbakeningen van het onderzoek. Hieronder worden de afbakeningen voortkomend uit hoofdstuk 3 benoemd en uitgelegd.

De eerste afbakening heeft betrekking tot de indeling van de hoofdproductgroepen. In de huidige situatie is de indeling van de hoofdproductgroepen efficiënt met betrekking tot de goederenstromen, zie paragraaf 3.4.2. Alle hoofdproductgroepen worden zo dicht mogelijk opgeslagen bij de volgende locatie waar ze nodig zijn. Voor grondstoffen is dit de afvulruimte, voor emballage is dit de mixruimte en voor gereed product is dit het laaddock. Dit zorgt voor korte routes waardoor de huidige indeling van de hoofdproductgroepen meegenomen wordt naar het ontwerp van het magazijn.

De opslag van potten wordt verder in het onderzoek ook buiten beschouwing gelaten. De potten worden nu gestapeld tot aan het plafond en het LIFO principe wordt toegepast. De huidige opslag van de potten is hierdoor een efficiënte en logische keuze en daarom wordt de huidige opslag van potten meegenomen naar het ontwerp van het magazijn.

Voor de etiketten geldt ook dat het LIFO principe wordt toegepast. Daarnaast bevinden de etiketten zich in bijpassende stellingen in een aparte ruimte op de 2^e vloer bij productie. Doordat de huidige opslag van etiketten efficiënt gebruik maakt van de ruimte en zich in een aparte ruimte, los van het magazijn bevindt, wordt de opslag van etiketten verder in het onderzoek buiten beschouwing gelaten. De huidige opslag van etiketten wordt dus meegenomen naar het nieuwe ontwerp.

De huidige opslag van emballage-verpakking: de kartonnen trays, folie etc. wordt ook meegenomen naar het nieuwe ontwerp. Deze artikelen worden LIFO opgeslagen in stellingen. Echter voor de opslag van emballage-verpakking geldt dat de opslag verdeeld is over meerdere plekken in het magazijn. Het aantal stellingen beschikbaar voor opslag van verpakking zal hetzelfde blijven, maar het kan voorkomen dat de stellingen in de nieuwe situatie worden verschoven.

Daarnaast wordt voor halffabricaat, blokkade, incourant, weeshuis en emballage-verpakking in het nieuwe ontwerp hetzelfde aantal plekken beschikbaar gesteld als in de huidige situatie. Dit geldt ook voor de opslag op de 2^e etage waar potten worden achtergehouden voor kwaliteitscontrole in verband met eventuele klachten. Het aantal trays dat hier wordt weggezet, moet in het nieuwe ontwerp worden meegenomen.

De zesde afbakening is dat er niet gekeken wordt naar andere mogelijke opslageenheden. De huidige opslageenheid wordt dus gehandhaafd.

Als laatste wordt geen onderzoek gedaan naar de verdeling van allergene grondstoffen ten gevolge van missende data. De verdeling van allergene grondstoffen wordt dus niet onderzocht. Door de missende data wordt ook de indeling van de hoofdproductgroepen niet onderzocht.

3.6. Conclusie

In deze paragraaf wordt de huidige situatie kort en bondig samengevat. Brinkers maakt gebruik van vier verschillende magazijnen waarvan het eigen magazijn de focus van dit onderzoek is.

De productgroepen waar in dit onderzoek naar gekeken wordt zijn gereed product, grondstof, emballage-deksel, halffabricaat, blokkade, incourant, trays voor het weeshuis en potten achtergehouden voor eventuele kwaliteitscontrole.

Alle producten met een houdbaarheidsdatum worden volgens de FIFO methode (First In First Out) weggezet. Emballage-deksel heeft geen houdbaarheidsdatum en wordt volgens de LIFO methode (Last In First Out) weggezet. De indelingsmethode die wordt aangehouden is voor allergene grondstoffen toegewezen en voor alle andere producten gegroepeerd. Echter, in de praktijk kan het voorkomen dat producten zich door ruimtetekort op een andere plaats bevinden. Het huidige opslagsysteem is blokstapeling in combinatie met palletstellingen, waarbij heftrucks gebruikt worden om de pallets te vervoeren. In het magazijn wordt gebruikt gemaakt van vier soorten pallets, namelijk WWE, WWG, EURO en CHEP pallets. Het gebruik van de FIFO methode in combinatie met blokstapeling leidt tot het besteden van veel uren aan het wegzetten en verzamelen van pallets.

De totale capaciteit die deze productgroepen samen in het magazijn ter beschikking hebben, is gelijk aan 1411 palletplaatsen (800 x 1200 mm met de normale hoogte van gereed product). De voorraadniveaus in pallets zijn alleen beschikbaar van gereed product, emballage-deksel, halffabricaat, blokkade en incourant. Uit de voorraadniveaus van gereed product en emballage-deksel blijkt dat er een klein aantal SKU's is dat op voorraad wordt geproduceerd.

Het hoofdstuk is afgesloten met een afbakening van het onderzoek, voortkomend uit aspecten van de huidige situatie. De afbakening luiden als volgt: de huidige indeling van de hoofdproductgroepen wordt meegenomen naar het ontwerp van het magazijn. De opslag van potten, etiketten en emballage-verpakking wordt verder in het onderzoek buiten beschouwing gelaten. Daarnaast wordt voor halffabricaat, blokkade, incourant, weeshuis en emballage-verpakking in het nieuwe ontwerp hetzelfde aantal plekken beschikbaar gesteld als in de huidige situatie. Dit geldt ook voor de opslag op de 2^e etage waar potten worden achtergehouden voor kwaliteitscontrole in verband met eventuele klachten. Er wordt niet gekeken naar andere mogelijke opslageenheden en als laatste wordt er geen onderzoek gedaan naar de verdeling van allergene grondstoffen ten gevolge van missende data.

4. Opslagsystemen

In dit hoofdstuk wordt gekeken naar het strategische niveau van het ontwerpproces van een magazijn. Daarmee beantwoordt dit hoofdstuk deelvraag 4: “Welke opslagsystemen zijn relevant voor het magazijn bij Brinkers?”. Eerst worden in paragraaf 4.1. de verschillende opslagsystemen voor het magazijn beschreven. Daarna worden in paragraaf 4.2. de opslagsystemen die voor Brinkers relevant zijn geselecteerd en in paragraaf 4.3 wordt de toepassing van deze systemen op het magazijn bij Brinkers besproken.

4.1. Opslagsystemen in het algemeen

Blokstapeling in combinatie met palletstellingen wordt in de huidige situatie toegepast. Hierbij worden heftrucks gebruikt om de pallets te stapelen of in de stellingen te zetten. Het meest gebruikte opslagsysteem is blokstapeling. Dat er behoefte is aan een nieuwe indeling, omdat de huidige situatie niet meer bij Brinkers past, is ook duidelijk uit de beschrijving van het opslagsysteem blokstapeling, zie tabel 7b. Onder andere omdat Brinkers te maken heeft met een grote hoeveelheid producten met een houdbaarheidsdatum en hiervoor de FIFO methode toepast.

In de huidige situatie wordt, voor de producten die in dit onderzoek van belang zijn, alleen gebruik gemaakt van pallets als opslagunit. Er wordt dus alleen gekeken naar opslagsystemen geschikt voor de opslag van pallets. Tabellen 7a, 7b, 7c en 7d geven de opslagsystemen voor de opslag van pallets weer (Richards, 2011) waarbij ook de palletverwerking, toepassing, voordelen en nadelen per systeem worden besproken (Speelman, 2011). De voor- en nadelen beschreven in de tabellen zijn algemene voor- en nadelen van deze systemen en zijn dus niet gespecificeerd op de situatie van Brinkers. De opslagsystemen waar het om gaat zijn palletstelling (“Wide aisle racking”, “Double deep racking”, “Narrow aisle racking” en “Very narrow aisle racking”), blokstapeling (“Block storage”), hoogbouwstelling (“Cantilever racking”), push-backstelling (“Push-back racking”), inrijstelling (“Drive-in/drive-through racking”), doorrolstelling (“Dynamic or pallet-flow racking”), verrijdbare stelling (“Mobile racking”), ASRS (“Shuttle or AS/RS racking”) en bordes (“Mezzanine floor”). Per systeem is gekeken naar toepassing, voordelen of nadelen op de volgende punten: systeem specifieke eigenschappen, de opslagmethode, de kosten, voorraadvorming, bereikbaarheid, software, specifieke eisen, compactheid en tijdsbesparing.

Vanwege de beschikbaarheid van de ruimte en de omvang het bedrijf zal het aanschaffen van een transportbaan voor binnen het magazijn geen (grote) toegevoegde waarde hebben. Hierdoor zal geen onderzoek naar transportbanen worden gedaan.

Systeem	Palletstelling		
	“Wide aisle racking”	“Narrow aisle (and double deep) racking”	“Very narrow aisle racking”
Pallet-verwerking	Heftrucks	Reachtrucks, Tele-reachtruck (tot 2 pallets diep)	Combitrucks/ smallegangentruck (Man-Up/Man-Down)
Toepassing	- Beperkte voorraad vorming per SKU - Gangbreedte: ca. 5 m - Hoogste ligger: ca. 5 m - FIFO mogelijk	- Gangbreedte: ca. 3 - Hoogste ligger: ca. 8 m tot 9 m - Beperkte voorraad vorming per SKU - FIFO mogelijk	- Gangbreedte: ca. 1,5 m - Hoogste ligger: ca. 13 m - extreem vlakke vloer nodig - Beperkte voorraad vorming per SKU - FIFO mogelijk
Voordelen	- Lage investering per palletplaats aan stellingmateriaal - Iedere pallet is direct bereikbaar - Geen extra software	- kleine draaicirkel - Lage investering per palletplaats aan stellingmateriaal - Iedere pallet is direct bereikbaar - Geen extra software	- Lage investering per palletplaats aan stellingmateriaal - Iedere pallet is direct bereikbaar - Geen extra software
Nadelen	- Ongunstige verhouding tussen opslag en oppervlak voor gangpaden - Relatief lange afstanden (niet compact) in vergelijking met het gebruik van een andere truck (voor een vastgestelde capaciteit) door de brede gangpaden	- Relatief lange afstanden (niet compact) in vergelijking met compacte opslagsystemen, zoals de push-back stelling	- Relatief lange afstanden (niet compact) in vergelijking met compacte opslagsystemen, zoals de push-back stelling - Man-Up trucks hebben een extreem vlakke vloer nodig - Relatief dure trucks.

Tabel 7a: Opslagsysteem: Palletstelling

Systeem	Blokstapelning “Block Storage”	Hoogbouwstelling “Cantilever racking”
Pallet-verwerking	Heftrucks	Railgebonden/ gangwisselende/ bovenloop kranen en losse trucks
Toepassing	- Stapelbare pallets - Beperkt aantal artikelnummers - vanaf 10 pallets per artikelnummer - Alleen LIFO mogelijk - Gangbreedte: ca. 4 meter - Stapelhoogte: ca. 3 pallets	- Lange en hoge gangen - Grote totale voorraadvorming - Gangbreedte: ca. 1,5 meter - Hoogste ligger: ca. 40 meter - FIFO mogelijk
Voordelen	- Weinig investering in logistiek materiaal - Weinig eisen aan de vloer - Compact - Geen extra software	- Lage investering per palletplaats aan stellingmateriaal - Iedere pallet is direct bereikbaar - Grote opslagintensiteit - Geen extra software
Nadelen	- Slechte hoogte- (en dus vaak ruimte-) benutting - Niet elke pallet is direct bereikbaar	- Hoge investering voor trucks of kranen

Tabel 7b: Opslagsystemen: Blokstapelning en Hoogbouwstelling

Systeem	Push-backstelling "Pushback racking"	Inrijstelling "Drive-in racking"	Doorrolstelling "Dynamic racking"
Pallet-verwerking	Heftruck	Vorkheftruck of reachtruck in smalspooruitvoering	Alle type heftrucks
Toepassing	- LIFO-systeem - Grote voorraadvorming in pallets per SKU	- Beperkte tot matige omslagfrequentie - Grote voorraadvorming in pallets per SKU - Grote aan-/afvoerhoeveelheden per behandeling - LIFO en FIFO mogelijk	- Grote voorraadvorming in pallets per SKU - FIFO mogelijk - Vaak gebruikt voor doorvoer van producten, maar kan ook voor opslag worden gebruikt
Voordelen	- Tijdbesparende oplossing - Compact - Geen extra software	- Grote vullingsgraad - Intensieve benutting opslagruimte - Lage start investering - Compact - Geen extra software	- Korte routing bij de aan- en afvoer - Altijd toegang tot alle niveaus - Pallets rollen automatisch door naar voren - Tijdbesparende oplossing - Compact - Geen extra software
Nadelen	- Opslag één artikelsoort per kanaal - Hoge investeringskosten - Niet elke pallet is direct bereikbaar	- Opslag een artikelsoort per kanaal - Nauwkeurig werken met heftruck, dus relatieve lage werksnelheid - Pallets schuiven niet automatisch door naar voren. - Niet alle niveaus zijn tegelijkertijd toegankelijk	- Opslag één artikelsoort per kanaal - Hoge investeringskosten - Niet elke pallet is direct bereikbaar

Tabel 7c: Opslagsystemen: Push-backstelling, Inrijstelling en Doorrolstelling

Systeem	Verrijdbare stelling "Mobile racking"	ASRS (Automated Storage and Retrieval System) "AS/RS or shuttle racking"	Bordes (extra verdieping) "Mezzanine floor"
Pallet- verwerking	Vorkheftruck, reachtruck of stapelaar	Heftruck en shuttle	Heftruck of reachtruck en elektrische pompwagen
Toepassing	- Lage of middelhoge omslagfrequentie - Groot artikelassortiment - Kleine voorraad per SKU, maar grote totale voorraad - FIFO mogelijk	- Zowel LIFO als FIFO - Grote voorraadvorming in totaal en per SKU - Meerdere (vanaf 5) pallets per SKU	- Voornamelijk LIFO - grote voorraadvorming per SKU - Meerdere vloeren mogelijk
Voordelen	- Compact - Iedere pallet is direct bereikbaar	- Geen diepte beperkingen - Tijdsbesparing - Compact - precies volgen van pallets	- Kunt overal te voet bij komen - Relatief lage investering - Geen extra software
Nadelen	- Verplaatsen kan vertragend werken - Dure constructie - Eisen aan de vloer - extra software	- Grote investering - extra software - Niet elke pallet is direct bereikbaar	- Niet alle pallets zijn direct bereikbaar - Relatief lange bewerkingstrajecten - Relatief veel ruimte voor gangpaden

Tabel 7d: Opslagsystemen: Verrijdbare stelling, ASRS en Bordes

4.2. Opslagsystemen relevant voor het magazijn bij Brinkers

De in de vorige paragraaf behandelde opslagsystemen worden op vier criteria gefilterd die voor het magazijn bij Brinkers belangrijk zijn. Allereerst moeten de opslagsystemen van toepassing zijn op SKU's met kleine voorraadvorming. Dit geldt voor zowel de opslag van deksels, waar er maar 7 van de 84 SKU's een gemiddelde voorraad hebben van meer dan vier pallets, als voor de opslag van gereed product, waar maar 21 van de 567 SKU's een gemiddelde voorraad hebben van meer dan vier pallets. Daarnaast is het magazijn bij Brinkers ca. 6 m hoog met een maximale stellinghoogte van 5250 mm. Hierdoor zullen de hoge aanschafkosten van een kraan niet opwegen tegen de winst die gemaakt zal worden met betrekking tot de hoogte van de stellingen. De opslagsystemen die gebruik maken van kranen zullen daarom ook buiten beschouwing worden gelaten. De opslagsystemen voor de opslag van houdbare producten op pallets worden gefilterd op het FIFO kunnen werken. Voor de opslag van niet houdbare producten op pallets, de deksels, kunnen zowel LIFO als FIFO werkende systemen worden gebruikt. Als laatste heeft het onderzoek als doel maximale bezetting van het magazijn en stellingen met heftrucks en reachtrucks zijn in vergelijking met stellingen met tele-reachtrucks en combitrucks niet efficiënt in ruimte. Stellingen met heftrucks en reachtrucks vallen dus af door het grote oppervlak dat in beslag is genomen door gangpaden.

De opslagsystemen die in de volgende paragraaf worden besproken, zijn de palletstelling met zowel het gebruik van tele-reachtrucks als van combitrucks en de verrijdbare stelling.

4.3. De geselecteerde opslagsystemen

De opslagsystemen geselecteerd in de vorige paragraaf worden hier nader toegelicht. Allereerst wordt in paragraaf 4.3.1. de palletstelling met zowel het gebruik van tele-reachtrucks als van combitrucks beschreven. Daarna beschrijft paragraaf 4.3.2. het opslagsysteem: verrijdbare stellingen.

4.3.1. Palletstelling

De palletstelling in het algemeen is het meest gebruikte opslagsysteem voor een magazijn. Het biedt directe toegang tot alle pallets en is makkelijk aan te passen aan specifieke opslageisen. Hieronder worden de palletstelling met tele-reachtrucks en de palletstelling met combitrucks besproken. De stellingen die zijn toegepast in de scenario's zijn de standaardstellingen van 5250 x 1100 x 3800 mm. Dit is inclusief staanders wat betekent dat twee stellingen samen een breedte van 3800 + 3700 mm hebben (7500 mm). Uitzonderingen zijn de oude stellingen met andere afmetingen die (soms) blijven staan.

Met tele-reachtrucks

Een tele-reachtruck is een reachtruck met een uitschuifbare vork, zie figuur 12. Bij het gebruik van tele-reachtrucks is de gangbreedte ongeveer 3 meter en kunnen de stellingen twee diep worden opgesteld. Dit betekent dat elk niveau direct beschikbaar is, maar dit geldt niet voor elk artikel. Er zijn tele-reachtrucks met een hefcapaciteit (bij ingeschoven vork) rond de 2500 kg, wat geschikt is voor de relatief zware pallets met chocoladepasta van gemiddeld 800-1000 kg. Bij aanschaf van de truck moet specifiek gekeken worden naar de draagcapaciteit van de truck bij het uitschuiven van de vork. De verschillende trucks variëren in hefhoogte tot een maximum van ongeveer 12 meter en dit type truck is hiermee ook geschikt voor het magazijn bij Brinkers.



Figuur 12: Tele-reachtruck

Het gebruik van palletstellingen met tele-reachtrucks is toepasbaar op alle SKU's. Voor FIFO artikelen betekent dit dat één pallet verplaatst moet worden zodat de gewenste pallet gepakt kan worden. Dit brengt extra orderpicktijd met zich mee.

Met combitrucks

Combitrucks worden ook wel smalle gangen trucks genoemd. Bij het gebruik van combitrucks is de gangbreedte ongeveer 1,5 meter (afhankelijk van het type combitruck) en zijn alle artikelen direct beschikbaar doordat de truck geen uitschuifbare vork heeft. De vork staat haaks op de rijrichting, zie figuur 13, en deze kan gemakkelijk tijdens gebruik worden omgedraaid. Palletstellingen met combitrucks zijn toepasbaar voor alle SKU's opgeslagen op pallets. Combitrucks verschillen in hefhoogtes tot een maximum van ongeveer 14 meter en in capaciteit tot een maximum van ongeveer 1500 kg. Het gebruik van palletstellingen met combitrucks is ook toepasbaar op alle SKU's.



Figuur 13: Combitruck

4.3.2. Verrijdbare stellingen

De verrijdbare palletstellingen bestaan uit palletstellingen die op wagens heen en weer bewegen op rails in de grond. De verrijdbare palletstellingen zijn voorzien van diverse beveiligingsopties, zodat niet iedereen toegang heeft tot het gangpad. Ook is het mogelijk om met een afstandsbediening de diverse gangpaden te openen en sluiten. Dit opslagsysteem heeft de hoogste opslagdichtheid. De verrijdbare stellingen zijn toepasbaar voor alle SKU's met uitzondering van de allergene grondstoffen. Door verplaatsing in lucht kan het vrij zijn van een bepaalde allergeen bij andere grondstoffen niet gegarandeerd worden.

4.4. Conclusie

In hoofdstuk vier zijn opslagsystemen voor de opslag van pallets behandeld. De opslagsystemen zijn gefilterd op vier verschillende criteria. Allereerst moeten de opslagsystemen van toepassing zijn op SKU's met kleine voorraadvorming. Ten tweede moet het opslagsysteem passen bij de hoogte (6 m) van het magazijn. Het derde criterium is voor houdbare producten dat het opslagsysteem FIFO moet kunnen werken. Voor de opslag van niet houdbare producten op pallets, de deksels, kunnen zowel LIFO als FIFO werkende systemen worden gebruikt. Het laatste criterium is dat het opslagsysteem moet passen bij het doel: maximale bezetting van het magazijn. De opslagsystemen die voor Brinkers relevant zijn, zijn in paragraaf 4.3. nader toegelicht. Het gaat hier om de palletstelling met zowel het gebruik van tele-reachtrucks als van combitrucks en de verrijdbare stelling.

5. Mogelijke scenario's

In dit hoofdstuk zal een aantal mogelijke scenario's worden beschreven. Bij het ontwerpen van de lay-out, en dus ook het combineren van verschillende opslagsystemen, zijn er randvoorwaarden waar de ontwerpen aan moeten voldoen. De randvoorwaarden worden in paragraaf 5.1. beschreven waarna in paragraaf 5.2. de beoordelingscriteria van de ontwerpen worden besproken. Daarna worden de mogelijke scenario's toegelicht en beschreven. Eerst worden in paragraaf 5.3. twee scenario's besproken waarbij hetzelfde opslagsysteem wordt gebruikt voor het gehele ontwerp. Dit is alleen mogelijk bij het gebruik van palletstellingen met zowel tele-reachtrucks als combitrucks. De twee ontwerpen die hieruit naar voren komen zijn de basisontwerpen waarvan delen terug kunnen komen in een ander scenario. Daarna wordt in paragraaf 5.4. gekeken naar één alternatief voor de opslag gereed product en grondstof.

5.1. Randvoorwaarden

In deze paragraaf worden de randvoorwaarden beschreven waarmee rekening moet worden gehouden in het nieuwe ontwerp.

Allereerst staan alleen de muren, deuren, steunpalen en alles vanuit productie vast. Dit betekent dat de huidige stellingen en het bordes verplaatst of weggelaten kunnen worden. De oplaadpunten van de trucks kunnen ook verplaatst worden.

Daarnaast is er in de huidige situatie een halve meter vrij achter stellingen voor het schoonhouden van de ruimte. Zoals vermeld in paragraaf 3.4.1 onder het kopje "Het opslagsysteem" is dit geen vereiste. Om wel schoon te kunnen maken onder/achter de stellingen kan ervoor worden gekozen om de onderste pallets 30 tot 40 cm op te hogen. Het is dus een randvoorwaarde dat er ofwel ruimte is achter de stellingen, ofwel onder de stellingen.

De derde randvoorwaarde is dat er ruimte vrij moet worden gehouden links van de (in de huidige situatie) acht aaneengesloten stellingen bijna onderaan figuur 9 (blz. 21). In de huidige situatie is hier 5 meter vrij gehouden, maar in overleg is besloten dat dit in het nieuwe ontwerp minimaal 3 meter moet zijn.

Ook moet het mogelijk zijn om 2 medewerkers tegelijk in tegengestelde richting te laten rijden over de hoofdgangpaden. Dit wil zeggen dat er of 1 gangpad is waar 2 trucks naast elkaar kunnen rijden of dat er 2 gangpaden zijn in dezelfde richting waardoor beide medewerkers 1 gangpad kunnen gebruiken.

Daarnaast zal er alleen gekeken worden naar oplossingen met één soort palletverwerking. De reden waarom hiervoor gekozen is, is dat je overal bij kunt met dezelfde truck en tussendoor dus niet hoeft te wisselen van truck. Daarnaast zorgt het hebben van meerdere soorten palletverwerking ook voor een groter aantal benodigde trucks en daarmee ook voor meer oplaadpunten. Dit is ook een reden waardoor er alleen gekeken zal worden naar oplossingen met één soort palletverwerking.

Tevens worden er per scenario maximaal twee opslagsystemen voor pallets gecombineerd. Los van de opslagsystemen voor pallets, moet de opslag van trays voor eventuele kwaliteitscontrole ook in het ontwerp worden verwerkt. In totaal worden er dus maximaal drie opslagsystemen toegepast. Het combineren van te veel systemen zorgt voor verwarring in gebruik. Er is gekozen voor het combineren van maximaal twee opslagsystemen voor pallets in verband met de overzichtelijkheid en gebruikersvriendelijkheid van het magazijn.

De laatste randvoorwaarde is dat alle hoofdproductgroepen, net zoals in de huidige situatie opgeslagen moeten worden dicht bij hun volgende locatie waar ze nodig zijn. Op deze manier blijft de logische indeling met betrekking tot goederenstromen gewaarborgd.

5.2. Beoordelingscriteria

Voor alle opties wordt gekeken naar de volgende 5 beoordelingscriteria:

- Kosten
- Prestatie
- Flexibiliteit
- Betrouwbaarheid
- Initiële implementatie

Deze criteria zijn onderverdeeld in subcriteria en worden hieronder uitgelegd. De beoordelingscriteria zijn samengesteld in overleg met de directie. Aspecten die gelijk blijven, zoals de route die producten afleggen worden niet meegenomen in de beoordelingscriteria.

Het eerste beoordelingscriterium is de kosten. De kosten zijn opgedeeld in 3 losse subcriteria: de initiële investering, de terugverdientijd en de netto contante waarde. De baten die de oplossingen met zich mee brengen moeten ook worden meegenomen in de financiële beoordeling en daarom wordt de besparing die de scenario's hebben op orderpicktijd en op externe opslag meegenomen in de terugverdientijd en de netto contante waarde.

- Kosten
 - Initiële investering
 - Terugverdientijd
 - Netto contante waarde (NCW)

De prestatie is het tweede beoordelingscriterium en bevat wat het nieuwe ontwerp oplevert. Allereerst is dit de opslagcapaciteit die het nieuwe ontwerp met zich mee brengt en ook de toegankelijkheid en zichtbaarheid van pallets. Hoeveel pallets passen er in het magazijn en kunnen de magazijnmedewerkers producten makkelijk terugvinden? De besparing op orderpicktijd is verwerkt in het beoordelingscriterium 'kosten' en wordt daardoor niet meegenomen in het beoordelingscriterium 'prestatie'.

- Prestatie
 - Opslagcapaciteit
 - Toegankelijkheid
 - Zichtbaarheid

Het derde criterium is de flexibiliteit van het opslagsysteem. Kan het opslagsysteem makkelijk worden aangepast bij verandering in producteigenschappen (hoogte, palletsoort, etc)? Is het mogelijk om het opslagsysteem te verplaatsen? Dit kan handig zijn bij de bouw van een eventueel nieuw magazijn.

- Flexibiliteit
 - Aanpasbaarheid
 - Herbruikbaarheid (nieuw magazijn)

Het vierde criterium is betrouwbaarheid. De betrouwbaarheid van het opslagsysteem bestaat allereerst uit de gevoeligheid voor storingen. Een grotere kans op storingen leidt tot een stilstaand magazijn en dus verloren tijd. Deze gevoeligheid voor storingen gaat zowel over het opslagsysteem

als over de trucks. Daarnaast hoort bij de betrouwbaarheid ook de schadegevoeligheid van het opslagsysteem.

- Betrouwbaarheid
 - o Gevoeligheid voor storingen
 - o Schadegevoeligheid

Als laatste de initiële implementatie: wat er moet gebeuren voordat het opslagsysteem gebruikt kan worden in het magazijn. Hier gaat het om training van het personeel en het benodigde onderzoek naar productindeling. Is er training nodig voordat het personeel goed met het systeem kan werken en zo ja, hoeveel training is er nodig? Heeft de productindeling invloed op het ontwerp? Ofwel is het ontwerp afhankelijk van de productindeling?

- Initiële implementatie
 - o Training personeel
 - o Onderzoek naar productindeling

In de volgende paragraaf worden alle scenario's besproken en geanalyseerd op de bovenstaande beoordelingscriteria. In alle ontwerpen is een aantal aspecten uit het oude ontwerp meegenomen, zoals de afstand tussen het laaddock en de eerste stelling, de afstand tussen het transport van/naar productie (zie figuur 9, blz. 21) en de dichtstbijzijnde stelling, etc. In bijlage 4 worden alle uitgangspunten beschreven. De redenering achter de inrichting van de stellingen is voor alle scenario's te vinden in bijlage 5, de berekening van de besparing op orderpicktijd in bijlage 1 en alle berekeningen met betrekking tot het beoordelingscriterium "kosten" in bijlage 6.

5.3. Basis ontwerp voor het gehele magazijn

De palletstelling kan voor alle SKU's worden toegepast en vormt hierdoor de basis van het ontwerp. Het basisontwerp is zowel voor het gebruik van tele-reachtrucks als voor combitrucks uitgevoerd.

5.4.1. Scenario 1: Palletstelling (Tele-reachtruck)

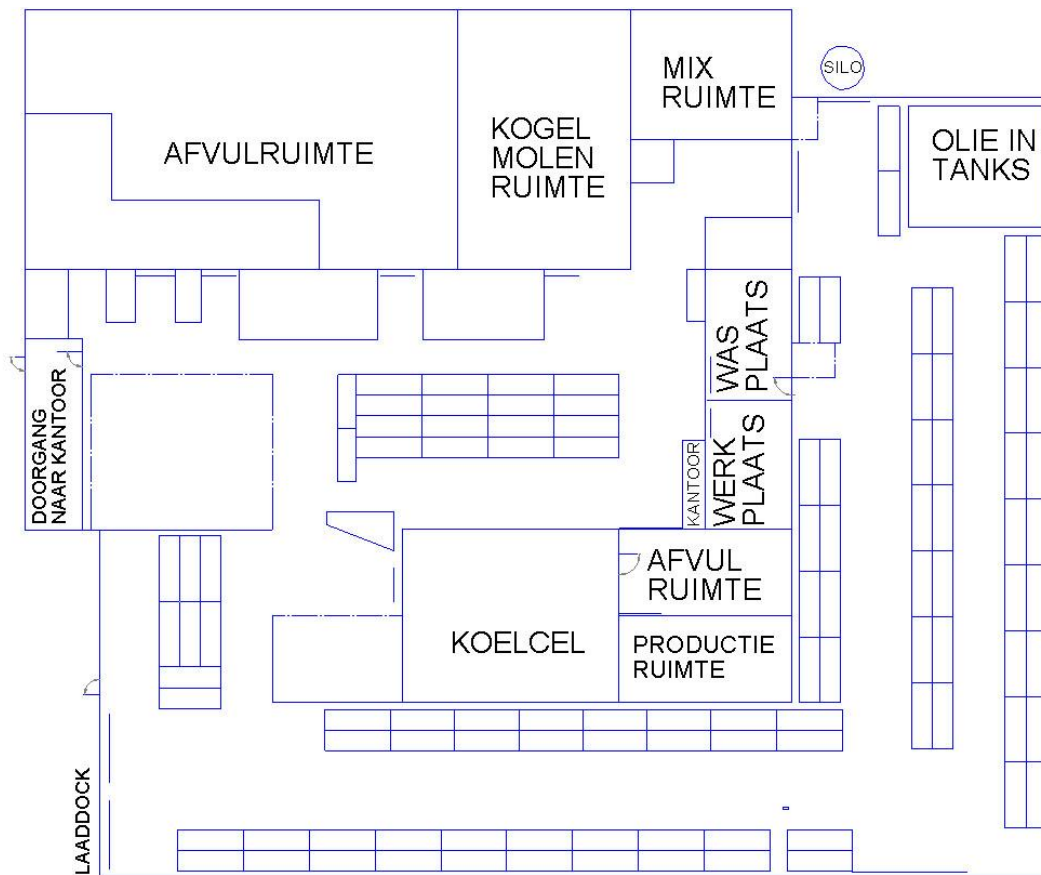
De palletstelling met gebruik van tele-reachtrucks zorgt ervoor dat er in totaal vier stellingen achter elkaar kunnen staan zonder gangpad. Één blok stellingen inclusief één gangpad heeft dus een totale breedte van 3800 mm en diepte van 7800 mm. De indeling die hiermee gerealiseerd kan worden is weergegeven in figuur 14. De benodigde orderpicktijd is 880,9 uur per jaar

Kosten

De initiële investering bestaat uit de aanschaf van stellingen, tele-reachtrucks, montage en systeem- en besturingscursus. De totale investering is € 163.231,99 met een netto contante waarde van €36.468,63. De bijbehorende terugverdientijd is gelijk aan 5 jaar.

Prestatie

De opslagcapaciteit die behaald wordt met dit ontwerp is gelijk aan 1611 palletplaatsen voor pallets van 800 x 1200 mm met een maximum hoogte van 1,20 meter. Er zijn 200 palletplaatsen (14% meer opslagcapaciteit) bijgekomen in vergelijking tot de 1411 palletplaatsen in de huidige situatie. De toegankelijkheid is ook verbeterd ten opzichte van de huidige situatie, maar het kan nog steeds voorkomen dat er één pallet verschoven moet worden. De zichtbaarheid van de pallets is aanzienlijk verbeterd en doordat er 1 SKU per dubbeldiepe stelling kan worden geplaatst zijn alle pallets gemakkelijk terug te vinden.



Figuur 14: Het ontwerp van het nieuwe magazijn bij het gebruik van palletstellingen met tele-reachtrucks

Flexibiliteit

Het voordeel van het gebruik van stellingen is dat de huidige stellingen kunnen worden hergebruikt in het nieuwe ontwerp en dat het een flexibel opslagsysteem is. Hiermee wordt bedoeld dat de stellingen verplaatsbaar zijn en ook de hoogte van de liggers aanpasbaar is, mocht dit gewenst zijn bij eventuele veranderingen in het assortiment. Daarnaast kan de tele-reachtruck ook gebruikt worden in het eventuele nieuwe magazijn en is deze ook toepasbaar in een hoger magazijn.

Betrouwbaarheid

Stellingen hebben geen ondersteunend systeem nodig en werken ook niet op elektriciteit waardoor ze niet gevoelig zijn voor storingen. Daarnaast zijn tele-reachtrucks erg wendbaar en gaan tele-reachtrucks samen met een ruime gangpadbreedte in vergelijking tot de breedte van de truck, waardoor mogelijke schade aan stellingen of de truck minimaal is.

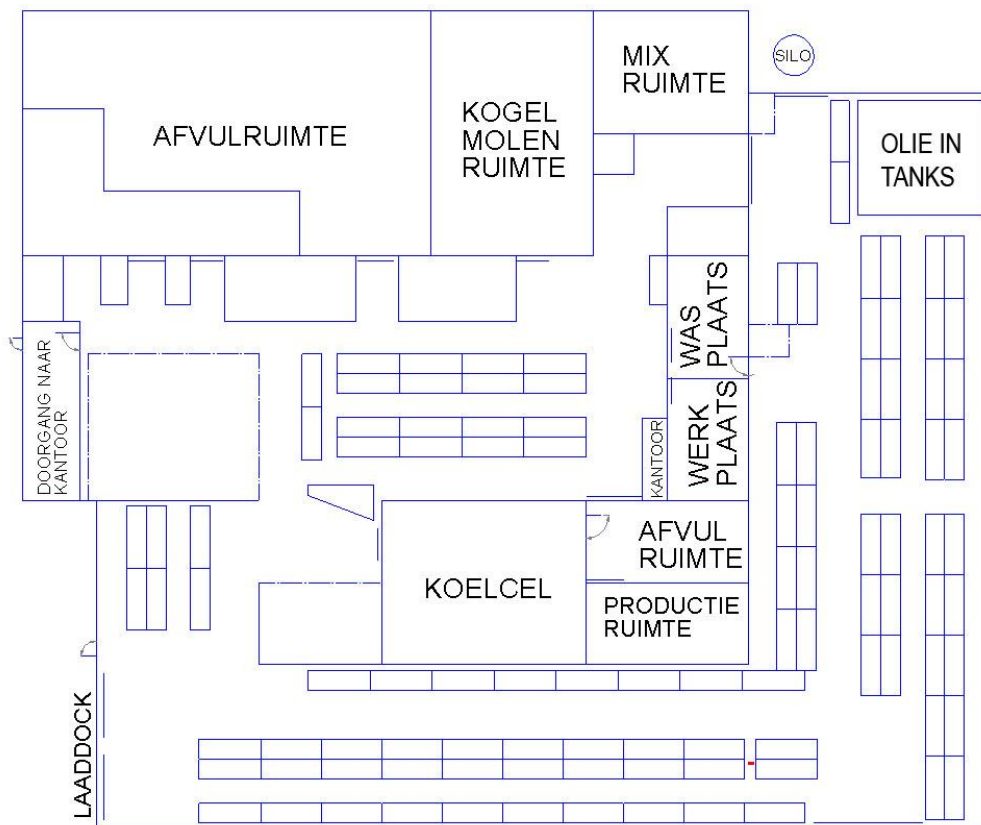
Initiële implementatie

De medewerkers moeten alleen een training doen om het nieuwe vervoersmiddel voor palletverwerking te kunnen besturen. Naast de training moet er onderzoek worden gedaan naar de productindeling die belangrijk is om een goed overzicht te houden, maar de productindeling heeft geen invloed op het ontwerp van het magazijn.

5.4.2 Scenario 2: Palletstelling (Combitruck)

De palletstelling met gebruik van combitrucks zorgt ervoor dat er in totaal twee stellingen achter elkaar kunnen staan zonder gangpad. Één blok stellingen inclusief één gangpad heeft dus een totale breedte van 3800 mm en diepte van 3900 mm. De mogelijke indeling bij gebruik van de palletstelling

met combitrucks is weergegeven in figuur 15. Deze nieuwe indeling zorgt voor een benodigde orderpictijd van 505,9 uur per jaar.



Figuur 15: Het ontwerp van het nieuwe magazijn bij het gebruik van palletstellingen met combitrucks

Kosten

De initiële investering bestaat uit de aanschaf van stellingen, combitrucks, inductiekasten, inductiegeleiding, montage en systeem- en besturingscursus. De totale investering is €284.295,79 met een netto contante waarde van -€27.132,09. De bijbehorende terugverdientijd is gelijk aan 6 jaar.

Prestatie

De opslagcapaciteit die behaald wordt met dit ontwerp is gelijk aan 106 stellingen wat gelijk staat aan 1696 palletplaatsen voor pallets van 800 x 1200 mm met een maximum hoogte van 1,20 meter. Er zijn dus 285 palletplaatsen (20% meer opslagcapaciteit) bijgekomen in vergelijking tot de huidige situatie. Elke pallet is direct zichtbaar waardoor er meteen een duidelijk overzicht ontstaat en de SKU's makkelijk te vinden zijn. Hierdoor zijn de pallets ook direct te bereiken en dus toegankelijk.

Flexibiliteit

Hier geldt hetzelfde als bij het gebruik van een tele-reachtruck. De huidige stellingen kunnen worden hergebruikt en ook de stellingen in het nieuwe ontwerp kunnen worden verzet en worden aangepast aan veranderingen in het assortiment. Daarnaast kan de combi-reachtruck ook gebruikt worden bij het eventuele nieuwe magazijn en is deze ook toepasbaar in een hoger magazijn. In vergelijking met de tele-reachtruck kan de combitruck nog hoger werken. Echter, doordat de combitrucks gebruik maken van inductiegeleiding, moet bij verplaatsing wel nieuw inductiedraad in de vloer worden gelegd, waardoor de herbruikbaarheid kosten met zich mee brengt.

Betrouwbaarheid

Stellingen hebben zoals vermeld bij “palletstelling (tele-reachtruck)” geen ondersteunend systeem nodig. Echter, het rijden van de combitruck werkt op elektriciteit waardoor het proces in het magazijn wel afhankelijk is en daardoor een kleine kans heeft op storingen. Het verschil met het gebruik van een tele-reachtruck is qua kans op storingen klein. Door de smalle gangen rijden de trucks op een inductiegeleide draad waardoor schade hier minimaal is. Dit zorgt echter wel voor een hogere rijnsnelheid, ook in hoofdrijgangen waar geen inductiegeleiding is. Dus buiten de inductiegeleide gangen is de kans op schade aan de stellingen en aan de truck verhoogd.

Initiële implementatie

Hierbij geldt hetzelfde als voor stellingen met het gebruik van tele-reachtrucks. De medewerkers moeten een training doen om het nieuwe vervoersmiddel voor palletverwerking te kunnen besturen. Daarnaast is de indeling van de productgroepen belangrijk in verband met het overzicht, maar heeft geen invloed op het ontwerp van het magazijn.

5.4. Scenario 3: Verrijdbare stelling

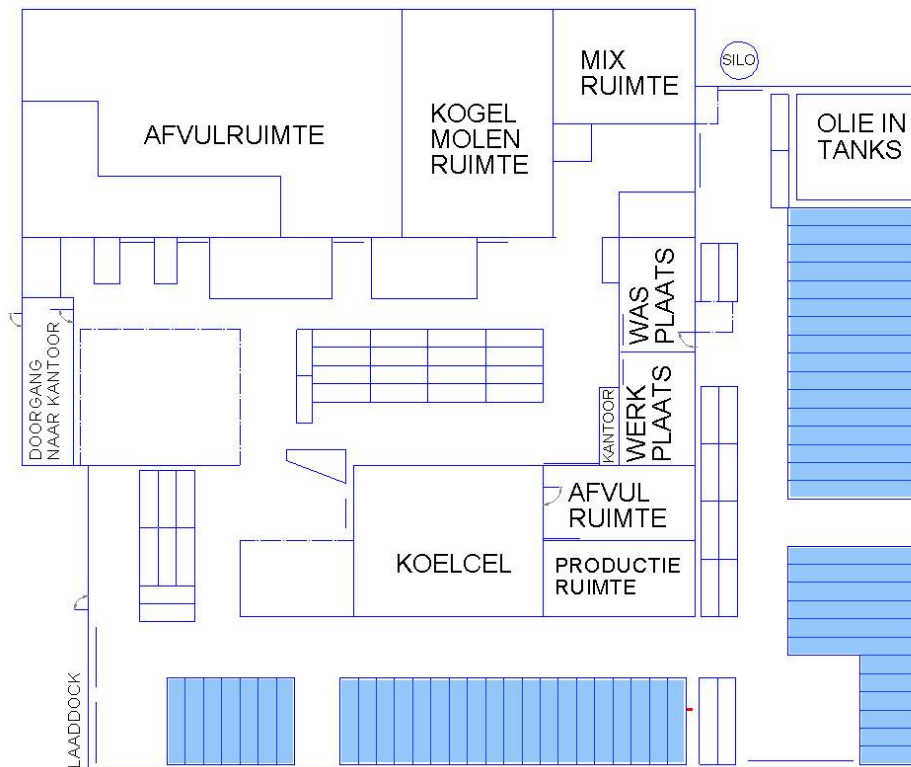
De verrijdbare stelling wordt in de praktijk niet in combinatie met combitrucks gebruikt. Dit scenario zal daarom tele-reachtrucks gebruiken. Deze stellingen worden op maat gemaakt, de breedte van de stelling hoeft dus niet 3800 mm te zijn. De diepte en hoogte daarentegen blijven gelijk aan de oude waarden, omdat deze gerelateerd zijn aan de maximale hoogte in het magazijn en diepte van de pallets. Het toepassen van dit systeem vergt een grote investering en zal daarom alleen geplaatst worden op lange stukken, zodat er veel stellingen naast elkaar passen. De overige ruimte zal worden opgevuld met palletstellingen. Het toepassen van verrijdbare stellingen is mogelijk voor alle SKU's van gereed product en deksels. Voor grondstof kan het systeem alleen toegepast worden op normale grondstoffen en niet op allergene grondstoffen, zie paragraaf 4.3.

Een verrijdbaar systeem verplaatst zich met een snelheid van 4 meter per minuut. Bij een gangpad van drie meter duurt het dus ongeveer 45 seconden voordat het gewenste gangpad volledig is geopend. In deze tijd is de magazijnmedewerker deels bezig met een handeling, zoals het rijden naar het laaddock. De tijd die een medewerker wacht op de verplaatsing van de stellingen is ook meegenomen in de orderpicktijd. De orderpicktijd die per jaar nodig is bij het gebruik van verrijdbare stellingen in combinatie met tele-reachtrucks is gelijk aan 668,5 uur.

In figuur 16 is de nieuwe indeling bij gebruik van verrijdbare stellingen in combinatie met palletstellingen en tele-reachtrucks weergegeven. De vaste stellingen aan de rechterkant van de werkplaats zijn bedoeld voor allergene grondstoffen. Alle verrijdbare stellingen zijn aangegeven met blauwe opvulling.

Kosten

De initiële investering bestaat uit de aanschaf van stellingen, combitrucks, inductiekasten, inductiegeleiding, montage en systeem- en besturingscursus. De totale investering is €689.283,69 met een netto contante waarde van -€403.781,76. De bijbehorende terugverdientijd is gelijk aan 13 jaar.



Figuur 16: Het ontwerp van het nieuwe magazijn bij het gebruik van verrijdbare stellingen in combinatie met palletstellingen en tele-reachtrucks

Prestatie

De opslagcapaciteit die behaald wordt met dit ontwerp is gelijk aan 2133 palletplaatsen voor pallets van 800 x 1200 mm met een maximum hoogte van 1,20 meter. In vergelijking met de huidige situatie zijn er 722 palletplaatsen meer beschikbaar, wat gelijk staat aan 51% groei in capaciteit. De toegankelijkheid van de pallets is goed, want alle pallets zijn direct bereikbaar. Een nadeel met betrekking tot de toegankelijkheid is dat er maximaal één medewerker tegelijk per rij stellingen kan werken. De zichtbaarheid van de pallets is verbeterd ten opzichte van de huidige situatie, maar door de verrijdbare stellingen is het totale overzicht minder. Om een goed overzicht te realiseren is een gestructureerde indeling nodig zodat duidelijk is in welke rij de SKU's zich bevinden. Binnen de rijen is er wel een duidelijk overzicht doordat alle pallets direct zichtbaar zijn.

Flexibiliteit

De verrijdbare stellingen bewegen op een rails die in de vloer is geplaatst. Het systeem is daardoor gebonden aan zijn plek waardoor het verplaatsen van stellingen niet gemakkelijk gaat en geld kost. De stellingen zelf zijn net zoals bij standaard stellingen wel gemakkelijk aanpasbaar bij veranderingen in het assortiment. Echter is bij dit systeem de indeling van de producten gebonden aan de soort stelling (standaard vs. verrijdbaar) waardoor bij veranderingen in vraag/aanbod het systeem niet geheel aanpasbaar is. Daarnaast kan de tele-reachtruck ook gebruikt worden bij het eventuele nieuwe magazijn en is deze ook toepasbaar in een hoger magazijn.

Betrouwbaarheid

De verrijdbare stellingen worden elektrisch aangedreven en daarnaast wordt er ook gebruik gemaakt van een besturingssysteem en diverse sensortechnieken. Het opslagsysteem is daardoor sterk afhankelijk en gevoeliger voor storingen. Daarentegen is de gangpadbreedte minimaal drie meter wat ruim is in vergelijking tot de breedte van de truck, waardoor mogelijke schade aan stellingen of aan de truck minimaal is.

Initiële implementatie

Net zoals bij scenario 1 moeten de medewerkers een training doen om het nieuwe vervoersmiddel voor palletverwerking te kunnen besturen. Daarnaast moeten de medewerkers ook om leren gaan met onder andere het aansturingssysteem van de verrijdbare stellingen. Naast de training van het personeel moet er onderzoek worden gedaan naar de productindeling die belangrijk is om een goed overzicht te houden. De verdeling tussen allergene en normale grondstoffen is bij dit systeem extra belangrijk, doordat de allergene grondstoffen niet in de verrijdbare stellingen kunnen staan en er ook verdelingen zijn binnen de groep allergene grondstoffen. De verdeling tussen allergene grondstoffen en normale grondstoffen kan dus invloed hebben op het ontwerp van het magazijn.

5.5. Conclusie

In hoofdstuk vijf is gekeken naar de mogelijke scenario's. Bij het ontwerpen van de lay-out zijn er randvoorwaarden waar de ontwerpen aan moeten voldoen. Deze zijn in paragraaf 5.1. beschreven. Daarna zijn in overleg met de directie de beoordelingscriteria bepaald. De vijf beoordelingscriteria zijn respectievelijk kosten, prestatie, flexibiliteit, betrouwbaarheid en initiële implementatie. Elk criterium bestaat uit een aantal subcriteria. Nadat de randvoorwaarden en beoordelingscriteria zijn bepaald, zijn allereerst twee basisontwerpen, de palletstelling met zowel het gebruik van tele-reachtrucks als combitrucks, beschreven. Hierbij zijn alle subcriteria per scenario toegelicht. In paragraaf 5.4. zijn de subcriteria ook voor het toepassen van verrijdbare stellingen beschreven.

Scenario 1, palletstelling in combinatie met het gebruik van tele-reachtrucks, vergt een investering van € 163.231,99 en heeft een terugverdientijd van 5 jaar. In vergelijking met de huidige situatie leidt dit tot 200 extra palletplaatsen, een verbeterde toegankelijkheid en zichtbaarheid van de pallets. Daarnaast is het een flexibel opslagsysteem wat inhoudt dat het relatief makkelijk verplaatsbaar is en ook aanpasbaar bij eventuele veranderingen in het assortiment. Dit opslagsysteem is niet gevoelig voor storingen en ook de schadegevoeligheid is klein. Bij de implementatie is een cursus voor het besturen van het nieuwe vervoersmiddel vereist.

Scenario 2, palletstelling in combinatie met het gebruik van een combitruck, vergt een investering van €284.295,79 en heeft een terugverdientijd van 6 jaar. In vergelijking met de huidige situatie heeft dit scenario 285 palletplaatsen meer. Daarnaast is er ook een verbeterde toegankelijkheid van de pallets in vergelijking met scenario 1. Het opslagsysteem is minder flexibel doordat bij verplaatsing nieuwe aanschafkosten nodig zijn met betrekking tot het rijden van de combitruck. Daarnaast is de kans op schade in de hoofdrijgangen (zonder inductiegeleide draad) groter. Ook scenario 2 vereist een cursus voor het besturen van het nieuwe vervoersmiddel.

Scenario 3, verrijdbare stelling in combinatie met de palletstelling (met het gebruik van een tele-reachtruck), levert de grootste capaciteit op. Namelijk 722 palletplaatsen extra in vergelijking met de huidige situatie. De benodigde investering is €689.283,69 en dit scenario heeft een bijbehorende terugverdientijd van 13 jaar. Doordat er maximaal 1 medewerker tegelijk per rij stellingen kan werken, is de toegankelijkheid van de pallets minder groot in vergelijking met scenario 1 en 2. Het opslagsysteem is het minst flexibel door grote kosten bij verplaatsing van het systeem en doordat de indeling van de producten gebonden is aan de soort stelling (normaal vs. Verrijdbaar). Er wordt gebruik gemaakt van een besturingssysteem en diverse sensortechnieken, waardoor het opslagsysteem sterk afhankelijk is en gevoeliger voor storingen. Daarentegen is de kans op schade aan stellingen of aan de truck minimaal. Naast een cursus voor het besturen van het nieuwe vervoersmiddel vereist scenario 3 ook kennis van het besturingssysteem en heeft de productindeling invloed op het ontwerp. Hierdoor moet er in vergelijking tot de andere scenario's meer aandacht besteed worden aan de initiële implementatie.

6. Multicriteria-analyse

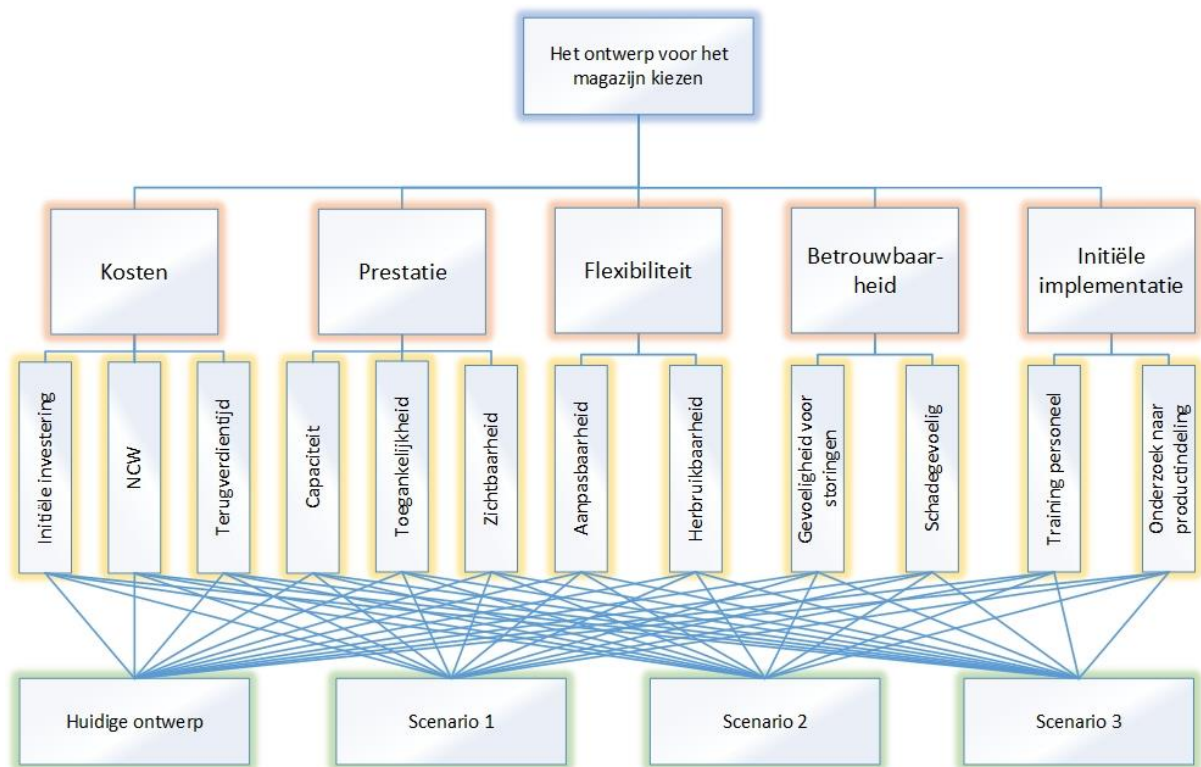
Nu alle scenario's zijn geanalyseerd kunnen de scenario's worden vergeleken door middel van een multicriteria-analyse. De multicriteria-analyse (MCA) heeft als doel het ordenen van de opties. De AHP (Analytisch Hiërarchisch Proces) analyse is de MCA methode die zal worden gebruikt bij het vergelijken van de verschillende scenario's, omdat deze methode geschikt is bij een groot aantal (sub)criteria (Winston, 2004). De AHP methode maakt gebruik van het paarsgewijs vergelijken van criteria.

De AHP methode is opgedeeld in vijf stappen (BPMSG, 2013). Allereerst wordt het doel van de beslissing gedefinieerd. Hierbij gaat het om wat er besloten moet worden (het doel) en wat de alternatieven zijn. De tweede stap is het hiërarchisch structureren van het probleem door middel van criteria. Daarna wordt in stap drie een paarsgewijze vergelijking uitgevoerd voor alle criteria. Dit leidt tot de scores van de scenario's op de criteria. Stap vier is het berekenen van de gewichten en de consistentie van de paarsgewijze vergelijkingen. Waarna bij stap vijf de alternatieven kunnen worden beoordeeld door middel van een gewogen score.

Stap 1 en stap 2 worden samen in paragraaf 6.1. besproken. Allereerst worden het doel en de alternatieven gedefinieerd waarna het probleem door middel van criteria hiërarchisch gestructureerd wordt. Daarna worden in paragraaf 6.2. scores toegewezen aan de criteria per scenario. In eerste instantie worden de criteria op een eigen schaal beoordeeld, waarna deze scores worden vergeleken door middel van een paarsgewijze vergelijking. Hieruit volgen de scores van de scenario's per criterium. De paarsgewijze vergelijking van de criteria en het berekenen van de gewichten en consistentie gebeurt in paragraaf 6.3., waarna in paragraaf 6.4. de gewogen scores per scenario worden uitgerekend. In paragraaf 6.5. volgt een gevoeligheidsanalyse en paragraaf 6.6. sluit het hoofdstuk af met een conclusie

6.1. Hiërarchische structuur

In deze paragraaf worden het doel, de alternatieven en de beoordelingscriteria weergegeven in een hiërarchische boomstructuur. Het doel van de AHP analyse is: het ontwerp voor het magazijn kiezen en de alternatieven zijn: het huidige ontwerp, scenario 1, scenario 2 en scenario 3. De beoordelingscriteria zijn in paragraaf 5.2 al beschreven en worden hier niet verder toegelicht. De boomstructuur die hieruit voortkomt is weergegeven in figuur 17.



Figuur 17: De hiërarchische boomstructuur van de AHP analyse

6.2. Toewijzen van scores aan de criteria

We beginnen met het toedelen van een eigen schaal aan elk subcriterium, zoals weergegeven in tabel 8. Daarna krijgen de scenario's een score per criterium gebaseerd op de beoordeling uit hoofdstuk 5. Deze scores zijn ook weergegeven in tabel 8.

Hoofd-criterium	Subcriterium	Schaal	Huidige ontwerp	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Kosten	Initiële investering	€	0	€ 163.231,99	€284.295,79	€689.283,69
	NCW (5 jaar)	€	0	€36.468,63	- €27.132,09	- €403.781,76
	Terugverdiëntijd	Jaar	0	5	6	13
Prestatie	Opslagcapaciteit	Aantal pallets	1411	1611	1696	2133
	Toegankelijkheid	--/++	--	+	++	-
	Zichtbaarheid	--/++	-	++	++	+
Flexibiliteit	Aanpasbaarheid	--/++	++	++	++	+
	Herbruikbaarheid	--/++	++	++	+	--
	Gevoeligheid voor storingen	--/++	++	++	+	-
Betrouwbaarheid	Schadegevoeligheid	--/++	+	++	+	++
	Training personeel	--/++	++	+	+	-
Initiële implementatie	Onderzoek naar productindeling	--/++	++	++	++	-

Tabel 8: Score van criteria op eigen schaal

Daarna gaan we de alternatieven vergelijken door middel van een paarsgewijze vergelijking.

Per criterium krijgt het scenario een score tussen de 1 en de 9 relatief ten opzichte van het andere scenario. Hieronder wordt de betekenis van de getallen toegelicht. Ook de tussenliggende getallen kunnen worden gebruikt bij twijfel tussen twee uitspraken.

- 1: Even goed
- 3: Beetje beter
- 5: Echt beter
- 7: Veel beter
- 9: Heel veel beter

Bijvoorbeeld, als $x_{13} = 5$, dan scoort scenario 1 echt beter dan scenario 3. Voor $x_{12} = 1$ geldt dat scenario 1 even goed scoort als scenario 2.

Met behulp van Business Performance Management (www.bpmsg.com) is de AHP analyse deels online uitgevoerd. Bij gebruik van deze tool worden per criterium automatisch de scores en de consistentie uitgerekend. De vergelijking is voor alle twaalf criteria uitgevoerd. De paarsgewijze vergelijking is in overleg met de Plant Manager uitgevoerd en leidt tot de scores weergegeven in tabel 9. Voor alle paarsgewijze vergelijkingen geldt dat de CR (Consistency rate) kleiner is dan 10 %. In bijlage 7 is de paarsgewijze vergelijking per criterium weergegeven in matrices met het bijbehorende resultaat.

Hoofdcriterium	Subcriterium	Huidige ontwerp	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Kosten	Initiële investering	0,452	0,304	0,192	0,052
	NCW	0,218	0,612	0,131	0,040
Prestatie	Terugverdientijd	0,488	0,301	0,171	0,041
	Capaciteit	0,038	0,185	0,296	0,481
	Toegankelijkheid	0,050	0,349	0,491	0,109
	Zichtbaarheid	0,041	0,372	0,372	0,216
Flexibiliteit	Aanpasbaarheid	0,321	0,321	0,321	0,036
	Herbruikbaarheid	0,381	0,381	0,196	0,041
Betrouwbaarheid	Gevoeligheid voor storingen	0,381	0,381	0,196	0,041
	Schadegevoeligheid	0,05	0,45	0,05	0,45
Initiële implementatie	Training personeel	0,449	0,257	0,257	0,038
	Onderzoek naar productindeling	0,321	0,321	0,321	0,036

Tabel 9: scores van de scenario's per criterium

6.3. Het berekenen van de weegfactoren

Nu bepalen we de weging van de criteria en dit gebeurt voor zowel de hoofdcriteria als de subcriteria. Door middel van een paarsgewijze vergelijking, ook toegepast in de vorige paragraaf, krijgt het criterium een score tussen de 1 en de 9 relatief ten opzichte van het andere criterium. In de vorige paragraaf werd gekeken naar hoeveel beter het ene scenario scoort in vergelijking met het andere scenario, maar in deze paragraaf wordt er gekeken naar hoe belangrijk de criteria worden bevonden. De betekenis van de getallen 1 tot en met 9 is daardoor afwijkend van de betekenis gegeven in de vorige paragraaf. Hieronder wordt de betekenis van de getallen toegelicht. Ook de tussenliggende getallen kunnen worden gebruikt bij twijfel tussen twee uitspraken.

- 1: Even belangrijk
- 3: Beetje belangrijker

- 5: Echt belangrijker
- 7: Veel belangrijker
- 9: Heel veel belangrijker

Bijvoorbeeld, als $x_{13} = 3$, dan is scenario 1 een beetje belangrijker dan scenario 3. Voor $x_{41} = 5$ geldt dat scenario 4 echt belangrijker is dan scenario 1.

Dit gedeelte van de AHP analyse is met behulp van Business Performance Management (www.bpmsg.com) ook online uitgevoerd. Voor zowel de 5 hoofdcriteria als voor de gegroepeerde subcriteria is de paarsgewijze vergelijking uitgevoerd. Om een beeld te krijgen van de wensen van de beslisser (de directie) heb ik alle criteria met de directie besproken. Op basis van het overleg heb ik zelf de paarsgewijze vergelijking toegepast en zijn de weegfactoren aan de criteria gekoppeld. Naar eigen wens kan de beslisser er voor kiezen om de paarsgewijze vergelijking zelf toe te passen en de volgende stappen met eigen weegfactoren uit te voeren. Tabellen 10a en 10b geven de waarderingen en weegfactoren weer voor respectievelijk de hoofdcriteria en subcriteria. Voor alle paarsgewijze vergelijkingen geldt dat de CR (Consistency Rate) kleiner is dan 10 %. In bijlage 7 is de paarsgewijze vergelijking weergegeven in matrices met het bijbehorende resultaat.

Hoofdcriterium	Weegfactor
Kosten	0,175
Prestatie	0,375
Flexibiliteit	0,249
Betrouwbaarheid	0,080
Initiële implementatie	0,121
Totaal	1

Tabel 10a: Weegfactor per hoofdcriterium

Hoofdcriterium	Subcriterium	Weegfactor
Kosten	Initiële investering	0,588
	NCW	0,089
	Terugverdiëntijd	0,323
	Totaal	1
Prestatie	Capaciteit	0,443
	Toegankelijkheid	0,387
	Zichtbaarheid	0,169
	Totaal	1
Flexibiliteit	Aanpasbaarheid	0,250
	Herbruikbaarheid	0,750
	Totaal	1
Betrouwbaarheid	Gevoeligheid voor storingen	0,333
	Schadegevoeligheid	0,667
	Totaal	1
Initiële implementatie	Training personeel	0,500
	Onderzoek naar productindeling	0,500
	Totaal	1

Tabel 10b: Weegfactor per subcriterium

6.4. Berekenen van de gewogen scores

Nu de weegfactoren bekend zijn, kunnen we de scenario's gaan rangschikken. In tabel 11 worden de gewogen scores weergegeven per scenario. De rangschikking die hieruit voortkomt is van nummer 1 naar 4 respectievelijk Scenario 1, Scenario 2, Het huidige ontwerp en Scenario 3.

Bij het berekenen van de gewogen scores zijn eerst de scores per criterium ingevuld. Daarna zijn de gewogen scores berekend per hoofdcriterium, waarna deze gewogen scores zijn gebruikt om de totale gewogen score per scenario te berekenen. De berekening van de gewogen score is als volgt:

$$\text{Gewogen score} = \sum_{x=1}^k \text{Weegfactor}_x * \text{score}_x$$

Hier staat x, bij het berekenen van de gewogen score voor de hoofdcriteria, voor het subcriterium en varieert k per hoofdcriterium (het aantal subcriteria per hoofdcriterium). Bij het berekenen van de totale gewogen score staat x voor het hoofdcriterium en geldt k = 5, het aantal hoofdcriteria.

Ter verduidelijking wordt voor het huidige ontwerp de berekening voor Totaal (kosten) en voor de gewogen score hieronder uitgewerkt.

$$\begin{aligned} \text{Totaal (kosten, huidige situatie)} &= 0,452 * 0,588 + 0,218 * 0,089 + 0,488 * 0,323 = 0,443 \\ \text{Gewogen score (huidige situatie)} \\ &= 0,175 * 0,443 + 0,375 * 0,043 + 0,249 * 0,366 + 0,080 * 0,160 + 0,121 \\ &\quad * 0,385 = 0,244 \end{aligned}$$

Hoofdcriterium	Subcriterium	Weeg-factor	Huidig ontwerp	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Kosten	Initiële investering	0,588	0,452	0,304	0,192	0,052
	NCW	0,089	0,218	0,612	0,131	0,040
	Terugverdiëntijd	0,323	0,488	0,301	0,171	0,041
	Totaal (kosten)	0,175	0,443	0,330	0,180	0,047
Prestatie	Capaciteit	0,443	0,038	0,185	0,296	0,481
	Toegankelijkheid	0,387	0,050	0,349	0,491	0,109
	Zichtbaarheid	0,169	0,041	0,372	0,372	0,216
	Totaal (prestatie)	0,375	0,043	0,280	0,384	0,292
Flexibiliteit	Aanpasbaarheid	0,250	0,321	0,321	0,321	0,036
	Herbruikbaarheid	0,750	0,381	0,381	0,196	0,041
	Totaal (flexibiliteit)	0,249	0,366	0,366	0,227	0,040
Betrouwbaarheid	Gevoeligheid voor storingen	0,333	0,381	0,381	0,196	0,041
	Schadegevoeligheid	0,667	0,05	0,45	0,05	0,45
	Totaal (betrouwbaarheid)	0,080	0,160	0,427	0,099	0,313
Initiële implementatie	Training personeel	0,500	0,449	0,257	0,257	0,038
	Onderzoek naar productindeling	0,500	0,321	0,321	0,321	0,036
	Totaal (initiële implementatie)	0,121	0,385	0,289	0,289	0,037
Gewogen score		1,00	0,244	0,323	0,275	0,157
Rangschikking			3	1	2	4

Tabel 11: Berekening van de gewogen scores

6.5. Gevoeligheidsanalyse

In paragraaf 6.4. zijn de gewogen scores per scenario berekend waaruit blijkt dat scenario 1 het beste scoort met een gewogen score van 0,323. Scenario 2 volgt met een score van 0,275. Het huidige ontwerp en scenario 3 scoren respectievelijk 0,244 en 0,157. Het verschil tussen de score van scenario 2 en de score van het huidige ontwerp is dusdanig groot dat er alleen gekeken wordt naar het verschil in score tussen scenario 1 en scenario 2. In deze paragraaf wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met betrekking tot de score van scenario 1.

Scenario 2 scoort 14,9 % lager dan scenario 1. Door middel van de gevoeligheidsanalyse wordt gekeken naar de relatieve verandering per criterium. Dit betekent dat een daling van 10% in score geen invloed heeft op de rangschikking. Daarnaast is voor scenario 1 per subcriterium en hoofdcriterium gekeken hoeveel invloed een daling van 20% in score heeft op de gewogen score van het scenario. De uitkomsten zijn weergegeven in tabel 12. Uit tabel 12 blijkt dat een verandering van 20 % op één of twee van de hoofdcriteria geen invloed heeft op de rangschikking. Scenario 1 is dus met overtuiging op de eerste plek geëindigd.

Criterium	Verandering in invoerwaarde		Relatieve verandering in gewogen score
	Basis	-20 %	
Initiële investering	0,304	0,243	-1,94 %
NCW	0,612	0,490	-0,59 %
Terugverdientijd	0,301	0,241	-1,05 %
Totaal (kosten)	0,330	0,297	-3,58 %
Capaciteit	0,185	0,148	-1,90 %
Toegankelijkheid	0,349	0,279	-3,14 %
Zichtbaarheid	0,372	0,298	-1,46 %
Totaal (prestatie)	0,229	0,206	-6,50 %
Aanpasbaarheid	0,321	0,257	-1,24 %
Herbruikbaarheid	0,381	0,305	-4,41 %
Totaal (flexibiliteit)	0,366	0,329	-5,64 %
Gevoeligheid voor storingen	0,381	0,305	-0,63 %
Schadegevoeligheid	0,45	0,360	-1,49 %
Totaal (betrouwbaarheid)	0,427	0,384	-2,11 %
Training personeel	0,257	0,206	-0,96 %
Onderzoek naar productindeling	0,321	0,257	-1,20 %
Totaal (initiële implementatie)	0,289	0,260	-2,16 %

Tabel 12: De relatieve verandering in gewogen score

6.6. Conclusie

In Hoofdstuk 6 zijn de drie scenario's en het huidige ontwerp vergeleken door middel van een multicriteria-analyse. Vanwege het grote aantal criteria is gekozen voor de AHP (Analytisch Hiërarchisch Proces) analyse gekozen. In paragraaf 6.2. is de hiërarchische structuur weergegeven, bestaande uit het doel, de criteria en de alternatieven. Daarna is gekeken naar de scores van de vier scenario's op de verschillende criteria. Eerst zijn scores toegedeeld op een eigen schaal waarna de alternatieven per criterium zijn vergeleken door middel van een paarsgewijze vergelijking. De paarsgewijze vergelijking is online uitgevoerd, waarbij de scores en de consistentie ratio automatisch zijn berekend.

De gewichten van de criteria zijn ook online bepaald door middel van paarsgewijze vergelijkingen. In paragraaf 6.3. zijn de weegfactoren weergegeven. Nu de scores en de weegfactoren bekend zijn, zijn de gewogen scores uitgerekend. Hieruit volgt de volgende rangschikking:

1. Scenario 1
2. Scenario 2
3. Het huidige ontwerp
4. Scenario 3

De gevoeligheidsanalyse laat zien dat een verandering van 20 % op twee van de hoofdcriteria voor scenario 1 geen invloed heeft op de rangschikking. Het totaal van de veranderingen moet negatief groter zijn dan 14,9% wil de rangschikking veranderen. Hieruit wordt de conclusie getrokken dat scenario 1 met overtuiging op de eerste plek is geëindigd.

7. Conclusie & Aanbeveling

Hoofdstuk 5, 6 en 7 samen geven antwoord op deelvraag 5 “Welke oplossing past het best bij het bedrijf?”. Hoofdstuk 5 en 6 hebben de scenario's en de analyse van de scenario's beschreven. In dit hoofdstuk wordt allereerst in paragraaf 7.1. de conclusie van het onderzoek beschreven. Vervolgens worden in paragraaf 7.2. de aanbevelingen toegelicht. Daarnaast geeft dit hoofdstuk ook antwoord op de hoofdvraag uit hoofdstuk 1:

“Hoe kan Brinkers de inrichting van het magazijn zo veranderen dat de beschikbare ruimte beter wordt benut?”

7.1. Conclusie

In hoofdstuk 6 is scenario 1 door middel van de AHP analyse als beste keuze naar voren gekomen. De gevoeligheidsanalyse laat zien dat een verandering van 20 % op twee van de hoofdcriteria voor scenario 1 geen invloed heeft op de rangschikking. Het totaal van de veranderingen moet negatief groter zijn dan 14,9 % wil de rangschikking veranderen. Hieruit wordt de conclusie getrokken dat scenario 1 met overtuiging op de eerste plek is geëindigd. De aanbeveling aan Brinkers is om scenario 1 te implementeren. Scenario 1 heeft in relatie tot de kosten de meeste voordelen en weinig nadelen.

Scenario 1 omvat het toepassen van de palletstelling met het gebruik van tele-reachtrucks in het magazijn. Dit zorgt ervoor dat in totaal vier stellingen achter elkaar kunnen staan zonder gangpad. De indeling die hiermee gerealiseerd kan worden, leidt tot het vergroten van de opslagcapaciteit met 200 palletplaatsen. Daarnaast zal er jaarlijks 1.583,4 uur bespaard worden aan het wegzetten en verzamelen van pallets. Het nieuwe ontwerp verbetert de toegankelijkheid en de zichtbaarheid van pallets, waardoor er ook uren bespaard worden op het zoeken naar pallets. Het toepassen van scenario 1 vergt een investering van €163.231,99 en heeft een bijbehorende netto contante waarde van €36.468,63 en terugverdientijd van 5 jaar.

7.2. Aanbeveling

De aanbevelingen zijn opgedeeld in aanbevelingen met betrekking tot de implementatie en aanbevelingen voor verder onderzoek. Deze worden respectievelijk in paragraaf 7.2.1. en paragraaf 7.2.2. besproken.

7.2.1. Implementatie

Bij de implementatie van scenario 1 zijn er verscheidene aspecten die om aandacht vragen. In deze paragraaf worden de verschillende aandachtspunten en aanbevelingen met betrekking tot de implementatie beschreven.

Het kiezen van de tele-reachtruck

In verband met de zwaar beladen pallets van 800 tot 1000 kg is de draagcapaciteit het belangrijkste criterium bij de keuze van het type tele-reachtruck. De draagcapaciteit van de tele-reachtruck moet groot genoeg zijn om de pallets met uitgeschoven vork te kunnen verplaatsen.

Herziening van het ontwerp

Als de truck is gekozen kan het ontwerp worden herzien. Door de verschillende afmetingen van de trucks kan de eis van de breedte van de gangpaden afwijken van de normbreedte van 3,0 m die is gebruikt in het ontwerp. Het is verstandig om het ontwerp door te spreken met een expert op het gebied van opslagsystemen (bijvoorbeeld het bedrijf Kompactor). Na eventuele kleine aanpassingen kan een officiële offerte bij een gespecialiseerd bedrijf worden aangevraagd.

Opleiding voor het gebruik van de tele-reachtruck

De medewerkers die de tele-reachtruck zullen besturen moeten hiervoor een opleiding volgen. Dit is een eendaagse of tweedaagse cursus, waarna de medewerker in staat is om de tele-reachtruck te controleren, te onderhouden en te besturen.

Project-overgang

Daarnaast moet voor het plaatsen van het opslagsysteem een plan worden opgesteld. Producten moeten tijdelijk verschoven worden en het magazijn is tijdens het plaatsen van het opslagsysteem niet beschikbaar voor standaardtaken. Een goede coördinatie van producten en medewerkers is voor het soepel verlopen van de aanpassing gewenst.

7.2.2. Verdere aanbevelingen

In deze paragraaf worden verdere aanbevelingen gedaan ten aanvulling op de implementatie.

Beslissingen op tactisch niveau

Er moet gekeken worden naar de bijbehorende beslissingen op tactisch niveau. Er zijn in totaal vijf aspecten die veranderen en tot het tactische niveau behoren. Deze vijf aspecten zijn de opslagapparatuur, de inrichting, de indelingsmethode, de randapparatuur en de arbeidscapaciteit. De opslagapparatuur is al bepaald, namelijk tele-reachtrucks. Daarnaast is ook de inrichting al bekend, waarbij de oplaadpunten van de trucks hun oude plek kunnen behouden. De drie aspecten die nog niet bekend zijn en verder onderzoek vragen zijn de indelingsmethode, de randapparatuur en de arbeidscapaciteit.

- *Indelingsmethode*

Hoe worden de producten ingedeeld? Hierbij moeten de palletplaatsen worden toegewezen aan gegroepeerde SKU's of een specifieke SKU. Allereerst moet er onderzoek gedaan worden naar de voorraadniveaus van de verschillende grondstoffen. Daarvoor moeten de hoogte en de palletgrootte van de verschillende SKU's worden bepaald. Als dit bekend is kan er een verdeling tussen gereed product en grondstoffen worden gemaakt en kan er gekeken worden naar verdelingen binnen deze hoofdproductgroepen. Daarnaast moet ook gekeken worden naar de frequentie in vraag per SKU, zodat de producten die vaak gevraagd worden op een bereikbare plek liggen. Bij het indelen van de palletplaatsen moet er ook gekeken worden naar palletplaatsen voor het klaarzetten van orders en voor binnenkomende goederen.

- *Randapparatuur*

De huidige indeling van het magazijn maakt ook gebruik van een aantal stellingen. Een probleem dat hieruit naar voren komt is het zicht op de bovenste rij pallets. De medewerkers kunnen de stickers met productgegevens die op de pallets zijn geplakt niet lezen. Bij het invoeren van scenario 1 zal dit probleem alleen maar groter worden doordat in scenario 1 veel meer pallets in stellingen zullen staan en er ook meer pallets op de bovenste rij staan. Daarom is het een aanbeveling om te kijken naar de aanschaf van magazijn-software waarbij bijvoorbeeld gebruik gemaakt wordt van barcode scanners. Hierbij moet wel gekeken worden naar de tijd benodigd voor het scannen van de pallets. Het gebruik van magazijn-software leidt niet alleen tot leesbaarheid van de pallets, maar ook tot traceerbaarheid van de pallets. Als er op de juiste manier met het systeem wordt omgegaan, zal zowel het zoeken naar pallets als het aantal voorraadverschillen verminderen. Daarnaast brengt het gebruik van magazijn-software ook voordeel met zich mee bij ziekte of een nieuwe werknemer. De magazijn-software maakt het magazijn toegankelijk doordat de producten te lokaliseren zijn.

- *Arbeidscapaciteit*

Door de vermindering van de benodigde tijd voor het pakken en wegzetten van pallets kunnen taken worden doorgeschoven. Bij het invoeren van het nieuwe opslagsysteem zal moeten worden gekeken naar de verandering in tijdsbesteding per persoon en naar een nieuwe verdeling van taken.

Verwijderen van de steunpilaar

De steunpilaar die zich aan de onderkant van het magazijn bevindt, staat in de nieuwe situatie midden in het gangpad. De medewerkers kunnen om de steunpilaar heen rijden, maar in verband met de veiligheid wordt geadviseerd om de steunpilaar te verwijderen en het dak op een andere manier te versterken.

Vermindering externe opslag

De vergroting van het aantal palletplaatsen kan worden gebruikt voor het verminderen van de huidige externe opslag. Echter, door de snelle groei van het bedrijf kan deze opslagruimte ook relatief snel worden opgevuld door toekomstige groei. Het is aan Brinkers zelf om een afweging te maken tussen deze twee opties.

Optie voor de opslag van deksels

Tijdens dit onderzoek kwam de optie naar voren om deksels op te slaan in gecombineerde opslagsystemen waarbij zowel gebruik wordt gemaakt van de opslageenheid pallets als de opslageenheid dozen. Door de afbakening van het onderzoek hebben we geen onderzoek gedaan naar de relevantie en mogelijkheden van deze optie. Een aanbeveling is om te onderzoeken of deze aanvulling een toegevoegde waarde heeft of niet. In bijlage 8 is een opzet gemaakt voor de mogelijkheden.

Opslag potten voor kwaliteitscontrole

In de huidige situatie worden op het bordes potten achtergehouden voor eventuele kwaliteitscontrole. In het nieuwe ontwerp is dit bordes weggehaald en zal de opslag van deze potten worden verplaatst. De potten moeten binnen handbereik zijn en worden per tray weggezet en niet per pallet. Om geen ruimte in de hoogte te verliezen kan er gekeken worden naar de mogelijkheden van een extra opslagsysteem voor trays in de onderste rij van een aantal stellingen. Op deze manier is de totale hoogte van het magazijn benut en zijn de potten die worden achtergehouden voor eventuele kwaliteitscontrole makkelijk te bereiken.

Nieuw magazijn in Exact

De aanbeveling is om in het systeem onderscheid te maken tussen het eigen magazijn en de opslagruimte bij extern opslagbedrijf 1. Dit kan gerealiseerd worden door in Exact een nieuw magazijn toe te voegen. Afhankelijk van de keuze bij “randapparatuur” op het tactische beslissingsniveau kan dit ook worden gerealiseerd door middel van de magazijnsoftware.

Literatuurlijst

- Baker, P., Canessa, M. (2007). Warehouse design: a structured approach. *European Journal of operational research*, Volume 193, Issue 2, 1 march 2009, Pages 425-436.
- BPMSG. (2013). AHP Introduction. 17-06-2016. <http://bpmsg.com/ahp-introduction/>
- BPMSG. z.d. BPMSG AHP priority calculator 20-06-2016 http://bpmsg.com/academic/ahp_calc.php
- Department for Communities and Local Government (2009). Multi-criteria analysis: a manual. 17-06-2016. http://eprints.lse.ac.uk/12761/1/Multi-criteria_Analysis.pdf
- Goetschalckx, M., Ratliff, D.H. (1990). Shared Storage Policies Based on the Duration Stay of Unit Loads. *Management Science*, Vol. 36, No. 9. p1120-1132.
- Heerkens, H., Winden, A. van. (2012). Geen probleem: Een aanpak voor alle bedrijfskundige vragen en mysteries. Nederland: Business school Nederland Buren.
- Hovuma. z.d. Magazijnstellingen: Producten 03-04-2016. http://www.hovuma.nl/stellingen_nl.html
- HTC-Opleidingen. z.d. Prijzen reachtruck cursus in-company. 07-06-2016. <http://www.htc-opleidingen.nl/wp/prijzen/incompany-opleidingen/reachtruck>
- Korpela, J., Lehmusvaara, A. (1999). A customer oriented approach to warehouse network evaluation and design. *International journal of production economics*, Volume 59, Issues 1-3, mart 1999, pages 135-146.
- Logistiek TOTAAL. (2012). 'Verrijdbare stellingen lopen tegen vooroordelen aan'. 18-05-2016. <http://www.logistiektotaal.nl/achtergrond/verrijdbare-stellingen-lopen-tegen-vooroordelen-aan/81828/>
- Logitrade. z.d. Doorrolstellingen: voor dozen en bakken. 19-05-2016. http://logitrade.nl/site-c/serverspecific/default/images/File/doorrolstelling_pdf.pdf
- Paris, K., Zanzig, A., Cotter, M., Thayer-Hart, N., Elliot, J., Harris, D., et al. (2007). Facilitator Tool Kit: A Guide For Helping Groups Get Results. University of Wisconsin-Madison: Office of Quality Improvement.
- Poel, I. van de & Royakkers, L. (2011). *Ethics, Technology, and Engineering: An introduction*. United States: Wiley Blackwell.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G.J., Mantel, R.J., Zijm, W.H.M. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, Volume 122, Issue 3, 1 may 2000, Pages 515-533.
- Speelman, W., (2011). Material Handling 1. 02-05-2016. <http://groenewout.com/TrueStars/Media/Groenewout/Groenewout%20EN/Internals/storage-systems-material-handling-logistics-9015X008.pdf>
- Toyota, Magazijnopslagsystemen. 03-05-2016. <http://www.toyota-forklifts.nl/NL/Products/magazijnopslagsystemen/Pages/Default.aspx>
- Richards, G., (2011). *Warehouse management*. Londen, Engeland: Kogan Page.
- Winston, W.L., (2004). *Operations Research, applications and algorithms*. Belmont, USA: Brooks/Cole-Thomson Learning.

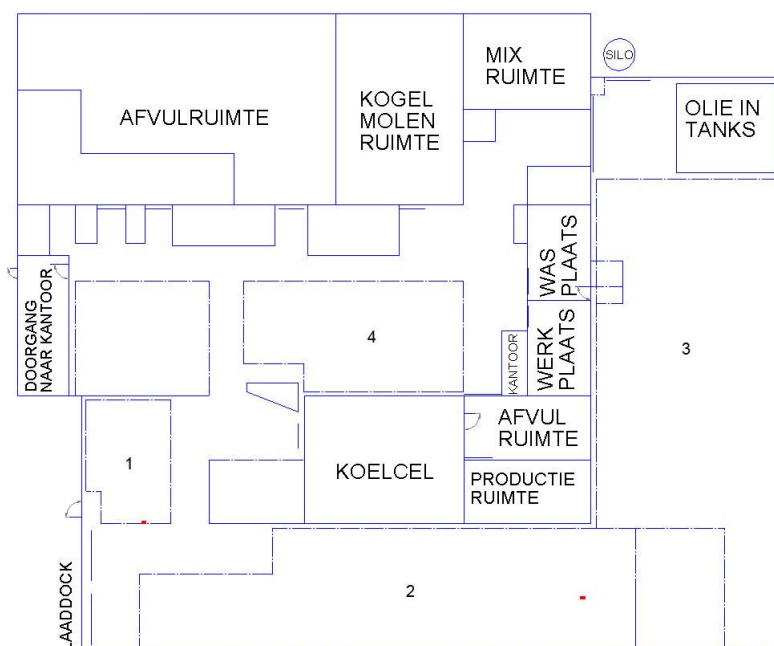
Bijlage 1: Berekening van de orderpicktijd

In deze bijlage wordt eerst gekeken naar de orderpicktijd die in de huidige situatie wordt besteed. Daarna worden de orderpicktijden per scenario berekend en worden deze vergeleken met de huidige situatie. Hieruit volgt de besparing op orderpicktijd.

De tijd die besteed wordt aan het pakken van orders of wegzetten van leveringen kan worden opgedeeld in verschillende soorten handelingen. Allereerst is er de tijd nodig voor het rijden van een pallet gereed product van productie naar de palletplaats of van de palletplaats naar het laaddock. Voor grondstof en emballage gaat dit om het rijden van het laaddock naar de palletplaats en van de palletplaats naar productie. De tweede soort is de tijd nodig voor het goed wegzetten van FIFO of LIFO producten. Daarnaast is de derde soort de tijd nodig voor het verzamelen van verschillende SKU's en de vierde soort is het overzetten van trays op pallets om het juiste aantal trays te verzamelen voor een order. Omdat de reisafstand en het verplaatsen van trays tussen pallets niet zal veranderen, zal hier niet naar worden gekeken. De tijd nodig voor het pakken van een pallet en voor het wegzetten van een pallet zal worden bekeken en weergegeven als de orderpicktijd.

Het verwerken van pallets die retour zijn gestuurd of die blokkade of halffabricaat bevatten, is niet meegenomen in de orderpicktijd. Dit komt omdat het grotendeels om losse trays gaat en een relatief kleine invloed heeft op de totale orderpicktijd.

Voor de nieuwe scenario's is de vakindeling meegenomen uit bijlage 5, ook weergegeven in figuur 1.1. In vak 1 en 2 staat gereed product, in vak 3 staan grondstoffen en in vak 4 staan deksels. Dit is niet exact de werkelijke verdeling, maar geeft een indicatie voor de verdeling tussen vaste stellingen en verrijdbare stellingen per hoofdproductgroep.



Figuur 1.1: De verdeling van het magazijn in vakken

Huidige situatie

Door het toepassen van blokstapeling bij FIFO producten, waarbij ook meerdere SKU's per rij opgeslagen staan, kost het verzamelen van een order en het wegzetten van producten extra tijd. Voor zowel gereed product als grondstoffen geldt dat alle producten (in de rij) verzet moeten worden om de oudste producten vooraan te hebben staan en de nieuwe batches achteraan.

Doordat er meerdere SKU's opgeslagen worden per rij heb je niet alleen het verzetten van producten bij binnenkomst van nieuwe batches/leveringen, maar ook bij het verzamelen van een order of bij het verzamelen van grondstoffen voor productie. Allereerst wordt voor gereed product gekeken naar de tijd die het kost om een pallet te pakken, hoeveel pallets er gemiddeld moeten worden verschoven voor een order en hoe vaak dit voor komt. Daarna wordt gekeken naar de tijd besteed aan het FIFO wegzetten van een pallet. Daarna zal dit ook gedaan worden voor deksels en grondstof. De stellingen in de huidige situatie zijn bij berekeningen voor de gemiddelde rijlengte als simplificatie buiten beschouwing gelaten, omdat dit niet alleen invloed heeft op de rijlengte, maar ook op de tijden voor het verzamelen en wegzetten van pallets.

Gereed product

In tabel 1.1 zijn de data weergegeven die door middel van metingen zijn waargenomen. Er zijn per handeling tien verschillende metingen gedaan waarover het gemiddelde is berekend. De metingen zijn uitgevoerd tijdens de normale werkzaamheden van de medewerkers. Door het gebruik van simpele apparatuur en doordat het geen opgezette metingen zijn, zijn de metingen afgerond op hele secondes. In verband met de grote invloed die de metingen hebben op de totale orderpicktijd kunnen naar eigen inzicht de metingen opnieuw worden gedaan. Het pakken van de voorste pallet (dus bovenste laag) kost gemiddeld 16,0 seconde, de tweede laag kost 15,1 seconde en de onderste laag kost 13,5 seconde. Op het moment dat een pallet gepakt wordt die niet nodig is en later weer wordt terug gezet kost dit meer tijd, omdat de pallet moet worden neergezet voordat je een volgende pallet kan pakken. Als dit het geval is, duurt het pakken van een pallet 11,0 seconde langer. In deze 11 seconde zit het neerzetten van de pallet en het terugrijden in startpositie om weer een nieuwe pallet te kunnen pakken. In 1 rij staan 6 pallets op de eerste laag, 6 pallets op de tweede laag en 5 pallets op de derde laag. Gemiddeld kost het pakken van een pallet dus $13,5 \times 6/17 + 15,1 \times 6/17 + 16,0 \times 5/17 = 14,8$ seconde. Het wegzetten van een pallet kost gemiddeld $14,8 + 11,0 = 25,8$ seconde. Het terugzetten van een pallet kost net iets langer, namelijk 22 seconde voor de bovenste pallet, 19,5 seconde voor de tweede laag en 15,5 seconde voor de onderste/eerste laag. Gemiddeld gezien kost het terugzetten van een pallet dus $15,5 \times 6/17 + 19,5 \times 6/17 + 22,0 \times 5/17 = 18,8$ seconde. De pallet die teruggezet moet worden, moet ook extra opgepakt worden. Het oppakken van de pallet en het terugrijden in startpositie kost samen gemiddeld 9,5 seconde. In totaal kost het terugzetten van een pallet gemiddeld $18,8 + 9,5 = 28,3$ seconde.

Wat	Laag	Tijd (seconde)										Gemiddelde per laag	Gewogen gemiddelde totaal
Indraaien en pakken	1	13	16	15	14	14	12	11	16	13	11	13.5	
	2	12	20	15	15	14	15	15	17	13	15	15.1	
	3	13	19	14	16	15	17	18	15	17	16	16	14.8
Indraaien en terugzetten	1	15	16	14	18	15	15	16	14	15	17	15.5	
	2	19	20	21	20	18	19	18	20	19	21	19.5	
	3	19	20	25	21	22	24	22	21	23	23	22	18.8235294
Wegzetten (tijdelijk)	-	9	11	10	13	11	13	10	10	11	12		11
Oppakken (weggezette pallet)	-	8	10	10	9	11	8	10	9	9	11		9.5

Tabel 1.1: Metingen met betrekking tot het pakken en wegzetten van pallets

Het gemiddelde aantal pallets per SKU voor SKU's waarbij het aantal pallets groter is dan 0, is gelijk aan 2.3 pallets per SKU. Het aantal pallets per rij is gemiddeld $(1 \times 26 + 3 \times 35 + 1 \times 20 + 4 \times 17 + 21 \times 14 + 6 \times 17) / 36 = 17,1$ wat leidt tot een gemiddeld aantal SKU's per rij van 7,4 SKU's. Er is dus een gelijke kans, ervan uitgaande dat de pallets FIFO zijn weggezet, dat de pallet zich op de voorste palletplaats bevindt als op de 2,4^{de}, 4,7^{de}, 7^{de}, 9,3^{de}, 11,6^{de}, 13,9^{de} of 16,2^{de}. Echter, doordat de magazijnmedewerkers bij het terugzetten van de pallets rekening houden met orders die al op de planning staan, is de kans groter dat de pallet vooraan staat dan achteraan. Daarnaast is er ook een kans dat binnen een order 2 of meerdere SKU's zich in dezelfde rij bevinden en deze pallet zich op dat moment dus op de 1^{ste} palletplek bevinden. De kansen zijn een schatting, waarbij uit is gegaan van een kans van 40 % op palletplek 1, het exponentieel afnemen van de kansen en natuurlijk dat de som van de kansen 1 moet zijn. In tabel 1.2 staan de tijden per palletplaats weergegeven voor het totaal van het wegzetten van alle pallets die in de weg staan, het pakken van de juiste pallet en het terugzetten van de pallets die in de weg staan.

Bij het FIFO wegzetten van producten vanuit productie moeten de pallets achter de al aanwezige pallets van die SKU worden gezet. Dit betekent dat in tegenstelling tot de palletplekken bij het verzamelen van pallets, nu de eerste palletplek de 2,3^{de} palletplek is, de tweede de 4,6^{de}, etc. Bij het wegzetten van producten geldt wel dat er gelijke kansen zijn, omdat de productieplanning (vaak) niet bekend is onder de magazijnmedewerkers.

Tijd besteed aan het verzamelen van pallets (tijdens het orderpicken)

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
1	14,8	14,8	0,400	5,9
2,4	$(25,8 + 28,3) \times 1,4 + 14,8$	90,6	0,243	22,0
4,7	$(25,8 + 28,3) \times 3,7 + 14,8$	215,1	0,148	31,7
7	$(25,8 + 28,3) \times 6 + 14,8$	339,5	0,090	30,4
9,4	$(25,8 + 28,3) \times 8,4 + 14,8$	469,4	0,054	25,6
11,6	$(25,8 + 28,3) \times 10,6 + 14,8$	588,5	0,033	19,5
13,9	$(25,8 + 28,3) \times 12,9 + 14,8$	713,0	0,020	14,3
16,2	$(25,8 + 28,3) \times 15,2 + 14,8$	837,5	0,012	10,2
Gemiddelde tijd besteed				159,7

Tijd besteed aan het FIFO wegzetten van producten

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
2,3	$(25,8 + 28,3) \times 1,3 + 18,8$	89,2	0,125	11,1
4,6	$(25,8 + 28,3) \times 3,6 + 18,8$	213,7	0,125	26,7
6,9	$(25,8 + 28,3) \times 5,9 + 18,8$	338,2	0,125	42,3
9,3	$(25,8 + 28,3) \times 8,3 + 18,8$	468,0	0,125	58,5
11,5	$(25,8 + 28,3) \times 10,5 + 18,8$	587,1	0,125	73,4
13,8	$(25,8 + 28,3) \times 12,8 + 18,8$	711,6	0,125	89,0
16,1	$(25,8 + 28,3) \times 15,1 + 18,8$	836,1	0,125	104,5
17,1	$(25,8 + 28,3) \times 16,1 + 18,8$	890,2	0,125	111,3
Gemiddelde tijd besteed				516,8

Tabel 1.2: Huidige situatie, gemiddelde tijd besteed aan het verzamelen/wegzetten van een pallet voor gereed product

In de periode van januari, februari en maart was de som van het aantal orders(leveringen) per SKU 1999 en de gemiddelde grootte van de order per SKU 4,02 pallets. Bij ontvangsten was dit respectievelijk 1320 en 6,98.

In drie maanden (13 werkweken) is er in totaal $1999(159,7 + 14,8 \times (4,02 - 1)) = 408.388,3$ seconde = 113,4 uur aan het verzamelen van pallets besteed en $1320(516,8 + 18,8 \times (6,98 - 1)) = 830.575,7$ seconde = 230,5 uur aan het wegzetten. Jaarlijks staat de productie 2 weken stil in de zomer en 1 week in de winter. Hierdoor wordt er jaarlijks voor gereed product dus $(113,4 + 230,5) / 13 \times (52 - 3) = 1296,2$ uur, gelijk aan 36 36-urige werkweken, besteed aan het FIFO werken in de huidige situatie.

Deksel

Er is aangenomen dat het wegzetten van een pallet gevuld met deksels ongeveer evenveel tijd kost als het wegzetten van een pallet met gereed product. Daarentegen is de gemiddelde tijd wel verschillend omdat pallets maar twee hoog worden opgestapeld. De verwachting is dat de tweede laag dezelfde tijd kost als de derde laag bij gereed product door de gelijkheid in hoogte. Gemiddeld kost het pakken van een pallet dus $13,5 \times 1/2 + 16,0 \times 1/2 = 14,8$ s. Het wegzetten van een pallet kost $15,5 \times 1/2 + 22,0 \times 1/2 = 18,8$ s. De tijd voor het neerzetten van de pallet en het terugrijden in startpositie blijft gelijk aan 11,0 s en de tijd voor het extra oppakken van een pallet en het terugrijden in startpositie blijft ook gelijk aan 9,5 s.

Het gemiddelde aantal pallets per SKU voor SKU's waarbij het aantal pallets groter is dan 0, is gelijk aan 2,5 pallets per SKU. Het gemiddelde aantal pallets per rij is gelijk aan 8 wat leidt tot een gemiddeld aantal SKU's per rij van 3,2 SKU's. Er is een gelijke kans, ervan uitgaande dat de pallets LIFO en gegroepeerd zijn weggezet, dat de pallet die men zoekt zich op de voorste palletplaats bevindt als op de 2,6^{de}, 5,1^{de} of 7,6^{de}. Hierbij zijn de hoeken niet meegerekend, waardoor de tijd besteed in realiteit meer kan zijn. Bij ontvangsten is dit hetzelfde, omdat er LIFO wordt gewerkt. In tabel 1.3 staan de tijden per palletplaats weergegeven voor het totaal van het wegzetten van alle pallets die in de weg staan, het pakken van de juiste pallet en het terugzetten van de pallets die in de weg staan. De kansen zijn per palletplaats gelijk verdeeld, omdat er geen rekening met de productieplanning wordt gehouden.

Tijd besteed aan het verzamelen van pallets (voor productie)

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
<i>Gedeeltelijk gevulde pallets</i>				
1	14,8	14,8	0,333	4,9
2	$(26,2 + 28,7) \times 1 + 14,8$	68,9	0,333	23,0
3	$(26,2 + 28,7) \times 2 + 14,8$	123,0	0,333	41,0
Gemiddeld				68,9
<i>Gehele pallets</i>				
1	14,8	14,8	0,250	3,7
2,6	$(26,2 + 28,7) \times 1,6 + 14,8$	101,4	0,250	25,3
5,1	$(26,2 + 28,7) \times 4,1 + 14,8$	236,7	0,250	59,2
7,6	$(26,2 + 28,7) \times 6,6 + 14,8$	372,0	0,250	93,0
Gemiddelde tijd besteed				181,2

Tijd besteed aan het FIFO wegzetten van producten (bij binnenkomst)

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
1	18,8	18,8	0,250	4,7
2,6	$(26,2 + 28,7) \times 1,6 + 18,8$	105,4	0,250	26,4
5,1	$(26,2 + 28,7) \times 4,1 + 18,8$	240,7	0,250	60,2
7,6	$(26,2 + 28,7) \times 6,6 + 18,8$	376,0	0,250	94,0
Gemiddelde tijd besteed				185,3

Tabel 1.3: Huidige situatie, gemiddelde tijd besteed aan het verzamelen/wegzetten van een pallet voor deksels

In de periode van januari, februari en maart was de som van het aantal ontvangsten per SKU 268 en de gemiddelde grootte van de order per SKU 2,2 pallets. Bij leveringen was dit respectievelijk 662 en 0,85.

Bij de leveringen gaat het om de dozen die gebruikt worden voor productie waardoor er ook aangebroken pallets staan. Deze pallets staan wel drie hoog opgestapeld. Uit de data blijkt dat er zowel gehele pallets als losse dozen richting de productie gaan. Er waren 203 leveringen (naar productie) waarin een gemiddeld aantal gehele pallets van 1,41 nodig was. Voor alle (662) leveringen was een gemiddeld aantal gedeeltelijk gevulde pallets van 0,41 pallet (=10,25 dozen).

In drie maanden (13 werkweken) is er in totaal $203(181,2 + 14,8 \times (1,4 - 1)) + 662 \times 68,9 = 157.992,2$ seconde = 43,9 uur aan het verzamelen van pallets besteed en $268(185,3 + 18,8 \times (2,23 - 1)) = 55.834,1$ seconde = 15,5 uur aan het wegzetten. In totaal wordt er jaarlijks dus $(43,9 + 15,5) / 13 \times 49 = 223,9$ uur.

Grondstof

Net zoals bij pallets met deksels is ook voor pallets met grondstof aangenomen dat het wegzetten van een pallet gevuld met grondstof ongeveer evenveel tijd kost als het wegzetten van een pallet met gereed product. Omdat verhoudingen onbekend zijn en het overgrote gedeelte van de grondstoffen hoog gestapeld zijn, zal vanaf hier gerekend worden met pallets die 2 hoog gestapeld worden. Gemiddeld kost het pakken van een pallet 14,8 s en het wegzetten van een pallet 18,8 s, zie het kopje "Deksel". De tijd voor het neerzetten van de pallet en het terugrijden in startpositie blijft gelijk aan 11,0 s en de tijd voor het extra oppakken van een pallet en het terugrijden in startpositie blijft ook gelijk aan 9,5 seconde.

Bij de grondstoffen is het aantal kilo per pallet onbekend waardoor ook het aantal pallets onbekend is. Door middel van de capaciteit in combinatie met het aantal grondstoffen dat op voorraad staat zal een schatting worden gemaakt van het aantal pallets per SKU. Uit bijlage 2 blijkt dat er 323 palletplaatsen in het eigen magazijn beschikbaar zijn voor grondstoffen en uit de data komt een gemiddeld aantal SKU's dat op voorraad is van 90,3 SKU's. Gemiddeld zijn er dus $323 / 90,3 = 3,6$ palletplaatsen per SKU. De capaciteit van 323 palletplaatsen is verdeeld over 18 rijen van 6 pallets, 4 rijen van 8 pallets, 10 rijen met 12 pallets, 1 rij met 10 pallets, 11 pallets op de 2^e vloer. De 2^e vloer wordt, omdat dit niet echt een rij is en andere tijden heeft voor het pakken/wegzetten van een pallet, bij het berekenen van het gemiddelde aantal pallets per rij buiten beschouwing gelaten. Het gemiddelde aantal pallets per rij is dus $(18 \times 6 + 4 \times 8 + 10 \times 12 + 1 \times 10) / 33 = 8,2$ pallets. Een pallet heeft dus bij het pakken gelijke kans om op de 1^{ste} palletplaats te staan, als op de 3,7^{de} en de 7,3^{de}. Bij het wegzetten gaat het om de 3,6^{de}, 7,2^{de} en 8,2^{de} plek. Hieruit volgen de gemiddelde tijden weergegeven in tabel 1.4.

Tijd besteed aan het verzamelen van pallets (voor productie)				
Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
1	14,8	14,8	0,33	4,9
3,7	$(25,8 + 28,3) \times 2,7 + 14,8$	160,9	0,33	53,6
7,3	$(25,8 + 28,3) \times 6,3 + 14,8$	355,78	0,33	118,6
Gemiddelde tijd besteed				177,2

Tijd besteed aan het FIFO wegzetten van producten				
Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
3,6	$(25,8 + 28,3) \times 2,6 + 18,8$	159,5	0,33	53,2
7,2	$(25,8 + 28,3) \times 6,2 + 18,8$	354,4	0,33	118,1
8,2	$(25,8 + 28,3) \times 7,2 + 18,8$	408,5	0,33	136,2
Gemiddelde tijd besteed				307,5

Tabel 1.4: Huidige situatie, gemiddelde tijd besteed aan het verzamelen/wegzetten van een pallet voor gereed product

Het aantal pallets is niet bekend, maar wat wel bekend is, is de som van het aantal transacties per SKU. Er zijn in totaal 3881 keer grondstoffen (per SKU) naar de productie vervoert en 449 ontvangsten van grondstoffen (per SKU) geweest.

Tijdens een gesprek met de persoon die over de inkoop gaat kwamen de volgende punten naar voren. Allereerst is het aantal pallets bij inkomende grondstoffen erg verschillend per SKU. Het aantal schommelt ongeveer tussen de 1 en 25 pallets. Daarnaast worden producten die vaker besteld worden veel gebruikt en daarom ook in grotere hoeveelheden besteld. Een schatting van het gemiddelde aantal pallets per bestelling kon de medewerker niet geven. Er zal daarom gekeken worden naar 2 verschillende schattingen, 10 en 15 pallets. Het aantal pallets gebruikt door productie is ook onbekend, maar net als bij de deksels zal dit vermoedelijk vaak om delen van pallets gaan. Hierdoor zal er niet gekeken worden naar de extra tijd besteed aan het pakken van meerdere pallets per transactie.

Bij een gemiddelde van 10 pallets per transactie is er in drie maanden (13 werkweken) in totaal $3881 \times 177,2 = 687.599,1$ seconde = 191,0 uur aan het verzamelen van pallets besteed en $449(307,5 + 18,8 \times (10 - 1)) = 214.125,5$ seconde = 59,5 uur aan het wegzetten. In totaal wordt er jaarlijks bij 10 pallets per transactie dus $(191,0 + 59,5) / 13 \times 49 = 944,2$ uur besteed aan het wegzetten van grondstoffen.

Bij een gemiddelde van 15 pallets per transactie is er in drie maanden (13 werkweken) in totaal $3881 \times 177,2 = 687.599,1$ seconde = 191,0 uur aan het verzamelen van pallets besteed en $449(307,5 + 18,8 \times (15 - 1)) = 256.384,3$ seconde = 71,2 uur aan het wegzetten. In totaal wordt er jaarlijks bij 15 pallets per transactie dus $(191,0 + 71,2) / 13 \times 49 = 988,3$ uur besteed aan het wegzetten van grondstoffen.

In totaal wordt er jaarlijks met 10 pallets per transactie bij grondstof $1296,2 + 223,9 + 944,2 = 2464,3$ uur besteed aan het orderpicken van gereed product, deksels en grondstof en met 15 pallets per transactie bij grondstof wordt $1296,2 + 223,9 + 988,3 = 2508,4$ uur besteed aan het orderpicken van gereed product, deksels en grondstof.

Scenario 1

In scenario 1 wordt gebruik gemaakt van palletstellingen met tele-reachtrucks.

Gereed product

De pallets worden hierdoor voor gereed product 4 hoog en 2 diep opslagen. Doordat er tijdsverschil zit bij het pakken en wegzetten van pallets tussen de 1^e, 2^e en 3^e laag is aangenomen dat er ook een tijdsverschil is tussen de 3^e en 4^e laag. Bij het terugzetten is dit gemiddeld $(22-15,5)/2 = 3,25$ s en bij het pakken $(16,0-13,5)/2 = 1,25$ s. Daarom is de schatting dat het terugzetten van een pallet op de bovenste laag $22+3.25 = 25.25$ s duurt en het pakken van een pallet op de bovenste laag $16,0+1,25 = 17,25$ s. Gemiddeld kost het pakken van een pallet dus $(13,5 + 15,1 + 16,0 + 17,3)/4 = 15,5$ s. Het wegzetten van een pallet kost gemiddeld $15,5 + 11,0 = 26,5$ s. Gemiddeld gezien kost het terugzetten van een pallet dus $(15,5 + 19,5 + 22,0 + 25,3)/4 = 20,6$ s. Het terugzetten van een weggezet pallet kost $20,6 + 9,5 = 30,1$ s. Er is evenveel kans dat de pallet op de voorste plek staat als op de 2^e plek. Er is dus 50% kans dat er geen pallet weggezet hoeft te worden en 50% kans dat er 1 pallet weggezet moet worden. Bij het wegzetten van producten uit productie kunnen alle pallets worden aangeschoven en hier hoeven dus geen pallets te worden verzet. De gemiddelde tijd besteed aan het verzamelen en wegzetten van een pallet voor gereed product is weergegeven in tabel 1.5.

Tijd besteed aan het verzamelen van pallets (tijdens het orderpicken)

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
1	15,5	15,5	0,5	7,8
2	$(30,1+26,5) \times 1 + 15,5$	72,1	0,5	36,1
Gemiddelde tijd besteed				43,9

Tijd besteed aan het FIFO wegzetten van producten (bij binnenkomst)

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
1	20,6	20,6	1,0	20,6
Gemiddelde tijd besteed				20,6

Tabel 1.5: scenario 1, gemiddelde tijd besteed aan het verzamelen/wegzetten van een pallet voor gereed product

Met de data van januari, februari en maart zou het verzamelen van pallets $43,9 \times 1999 \times 4,02 = 352.779,8$ seconde = 98,0 uren hebben gekost en het wegzetten van pallets $20,6 \times 1320 \times 6,98 = 189.800,16$ seconde = 52,7 uren. In totaal zal er jaarlijks dus $(98 + 52,7)/13 \times 49 = 568,0$ uur besteed worden aan het verwerken van gereed product

Deksel

Bij deksels geldt bijna hetzelfde; alleen zijn hier drie lagen waarvan de onderste laag gebruikt wordt voor gedeeltelijk gevulde pallets en de andere twee lagen voor gehele pallets. Voor de gehele pallets is de gemiddelde tijd voor het verzamelen van pallets hierdoor $(15.1 + 16.0)/2 = 15.6$ s en voor het wegzetten van pallets $(19.5 + 22.0)/2 = 20.8$ s. Het wegzetten van een pallet kost gemiddeld $15,6 + 11,0 = 26,6$ s en het terugzetten van een weggezet pallet kost $20,8 + 9,5 = 30,3$ s. Voor de gedeeltelijk gevulde pallets is dit respectievelijk $13,5 + 11,0 = 24,5$ s en $15,5 + 9,5 = 25,0$ s. De gemiddelde tijd besteed aan het verzamelen en wegzetten van een pallet voor deksels is weergegeven in tabel 1.6.

Tijd besteed aan het verzamelen van pallets (tijdens het orderpicken)

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
Gedeeltelijk gevulde				

1	13,5	13,5	0,5	6,8
2	$(24,5 + 25,0) \times 1 + 13,5$	63	0,5	31,5
Gemiddeld Gehele pallet				38,3
1	15,5	15,5	0,5	7,8
2	$(30,3 + 26,6) \times 1 + 15,5$	72,4	0,5	36,2
Gemiddelde tijd besteed				44,0

Tijd besteed aan het LIFO wegzetten van pallets (bij binnenkomst)

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
1	20,8	20,8	1,0	20,8
Gemiddelde tijd besteed				20,8

Tabel 1.6: scenario 1, gemiddelde tijd besteed aan het verzamelen/wegzetten van een pallet voor deksels

Met de data van januari, februari en maart zou het verzamelen van pallets $44,0 \times 203 \times 1,4 + 38,3 \times 662 = 37.859,4$ seconde = 10,5 uren hebben gekost en het wegzetten van pallets $20,8 \times 268 \times 2,2 = 12.263,7$ seconde = 3,4 uren. In totaal zal er jaarlijks dus $(10,5 + 3,4) / 13 \times 49 = 52,4$ uur besteed worden aan het verwerken van deksels.

Grondstof

Voor grondstof geldt ook, net zoals voor deksels, dat er drie lagen pallets zijn, waardoor de gemiddelde tijd voor het verzamelen van pallets $(13,5 + 15,1 + 16,0) / 3 = 14,9$ s en voor het wegzetten van pallets $(15,5 + 19,5 + 22,0) / 3 = 19,0$ s. Het wegzetten van een pallet kost gemiddeld 25,9 s en het terugzetten van een weggezette pallet kost 28,5 s. Er is evenveel kans dat de pallet op de voorste plek staat als op de 2^e plek. Er is dus 50% kans dat er geen pallet weggezet hoeft te worden en 50% kans dat er 1 pallet weggezet moet worden. Bij het wegzetten van binnengekomen producten kunnen alle pallets worden aangeschoven en hoeven er dus geen pallets te worden verzet. De gemiddelde tijd besteed aan het verzamelen en wegzetten van een pallet voor grondstoffen is weergegeven in tabel 1.7.

Tijd besteed aan het verzamelen van pallets (naar productie)

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
1	14,9	14,9	0,5	7,5
2	$(25,9 + 28,5) \times 1 + 14,9$	69,3	0,5	34,7
Gemiddelde tijd besteed				42,1

Tijd besteed aan het FIFO wegzetten van pallets (bij binnenkomst)

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
1	19,0	19,0	1	19,0
Gemiddelde tijd besteed				19,0

Tabel 1.7: scenario 1, gemiddelde tijd besteed aan het verzamelen/wegzetten van een pallet voor grondstof

Met de data van januari, februari en maart zou het verzamelen van pallets bij 10 pallets per transactie $42,1 \times 3881 = 163.390,1$ seconde = 45,4 uren hebben gekost en het wegzetten van pallets

$19,0 \times 449 \times 10 = 85.310,0$ seconde = 23,7 uren. In totaal zal er jaarlijks dus $(45,4+23,7)/13 \times 49 = 260,5$ uur besteed worden aan het verwerken van grondstof.

Met de data van januari, februari en maart zou het verzamelen van pallets bij 15 pallets per transactie $42,1 \times 3881 = 163.390,1$ seconde = 45,4 uren hebben gekost en het wegzetten van pallets $19,0 \times 449 \times 15 = 127.965,0$ seconde = 35,5 uren. In totaal zal er jaarlijks dus $(45,4+35,5)/13 \times 49 = 304,9$ uur besteed worden aan het verwerken van grondstof.

In scenario 1 zal er in totaal jaarlijks met 10 pallets per transactie bij grondstof $568,0 + 52,4 + 260,5 = 880,9$ uur besteed aan het orderpicken van gereed product, deksels en grondstof en met 15 pallets per transactie bij grondstof wordt $568,0 + 52,4 + 304,9 = 925,3$ uur besteed aan het orderpicken van gereed product, deksels en grondstof.

Scenario 2

In scenario 2 wordt gebruik gemaakt van palletstellingen met combitrucks.

Gereed product

De pallets worden hierdoor voor gereed product 4 hoog en 1 diep opslagen. Dezelfde tijden gelden als gebruikt in scenario 1. Elke plek is direct beschikbaar waardoor er nooit een pallet verplaatst hoeft te worden om bij de goede pallet te kunnen. Dus gemiddeld kost het pakken van een pallet dus $(13,5 + 15,1 + 16,0 + 17,3)/4 = 15,5$ s en het terugzetten van een pallet $(15,5 + 19,5 + 22,0 + 25,3)/4 = 20,6$ s.

Met de data van januari, februari en maart zou het verzamelen van pallets gereed product $15,5 \times 1999 \times 4,02 = 124.557,7$ seconde = 34,6 uren hebben gekost en het wegzetten van pallets $20,6 \times 1320 \times 6,98 = 189.800,16$ seconde = 52,7 uren. In totaal zal er jaarlijks dus $(34,6 + 52,7)/13 \times 49 = 329,1$ uur besteed worden aan het verwerken van gereed product.

Deksel

Bij deksels geldt bijna hetzelfde alleen zijn hier drie lagen waarvan de onderste laag gebruikt wordt voor gedeeltelijk gevulde pallets en de andere twee lagen voor gehele pallets. Voor de gehele pallets is de gemiddelde tijd voor het verzamelen van pallets hierdoor $(15,1 + 16,0)/2 = 15,6$ s en voor het wegzetten van pallets $(19,5 + 22,0)/2 = 20,8$ s. Voor de gedeeltelijk gevulde pallets is dit respectievelijk 13,5 s en 15,5 s.

Met de data van januari, februari en maart zou het verzamelen van pallets $15,6 \times 203 \times 1,4 + 13,5 \times 662 = 13.370,5$ seconde = 3,7 uren hebben gekost en het wegzetten van pallets $20,8 \times 268 \times 2,2 = 12.263,7$ seconde = 3,4 uren. In totaal zal er jaarlijks dus $(3,7+3,4)/13 \times 49 = 26,8$ uur besteed worden aan het verwerken van deksels.

Grondstof

Bij grondstof geldt ook dat er drie lagen zijn en de gemiddelde tijd voor het verzamelen van pallets is $(13,5 + 15,1 + 16,0)/3 = 14,9$ s en voor het wegzetten van pallets $(15,5 + 19,5 + 22,0)/3 = 19,0$ s.

Met de data van januari, februari en maart zou het verzamelen van pallets bij 10 pallets per transactie $14,9 \times 3881 = 57.826,9$ seconde = 16,1 uren hebben gekost en het wegzetten van pallets $19,0 \times 449 \times 10 = 85.310,0$ seconde = 23,7 uren. In totaal zal er jaarlijks dus $(16,1+23,7)/13 \times 49 = 150,0$ uur besteed worden aan het verwerken van grondstof.

Met de data van januari, februari en maart zou het verzamelen van pallets bij 15 pallets per transactie $14,9 \times 3881 = 57.826,9$ seconde = 16,1 uren hebben gekost en het wegzetten van pallets

$19,0 \times 449 \times 15 = 127.965,0$ seconde = 35,5 uren. In totaal zal er jaarlijks dus $(16,1+35,5)/13 \times 49 = 194,5$ uur besteed worden aan het verwerken van grondstof.

In scenario 2 zal er in totaal jaarlijks met 10 pallets per transactie bij grondstof $329,1 + 26,8 + 150,0 = 505,9$ uur besteed aan het orderpicken van gereed product, deksels en grondstof en met 15 pallets per transactie bij grondstof wordt $329,1 + 26,8 + 194,5 = 550,4$ uur besteed aan het orderpicken van gereed product, deksels en grondstof.

Scenario 3

Scenario 3 is een toevoeging op scenario 1. Hierdoor hoeft alleen gekeken te worden naar de opslag van gereed product en grondstof. Tussen het pakken van twee pallets moeten de stellingen ook verzet worden. Een verrijdbare stelling verplaatst zich met een snelheid van 4 meter per minuut. Voor een gangpad van 3 meter geldt dus dat het 45 seconde duurt voordat het gangpad vrijgemaakt is. Omdat de gepakte pallet ook weggereden wordt staat de medewerker niet de gehele 45 seconde te wachten. Voor het gereed product wordt het heen en weer rijden op gemiddeld 20 seconde geschat en bij grondstoffen 40 seconde, omdat de afstand tot het laaddock groter is. Geschat is dat de tijd om grondstoffen naar productie te brengen ook 40 seconde is. Naast het heen en weer rijden moet de pallet ook worden weggezet wat gemiddeld 11 seconde duurt. Zowel bij ontvangsten als leveringen geldt dat het gangpad gemiddeld 1 x per SKU hoeft worden vrijgemaakt, omdat de pallets gegroepeerd staan. De tijden voor de vaste stellingen zijn gelijk aan de gemiddelde tijden uit scenario 1 en de tijden voor de verrijdbare stellingen zijn de tijden voor het pakken/wegzetten van een pallet op palletplaats 1 plus de extra wachttijd op de stelling.

Gereed product

Bij gereed product zijn er 176 palletplaatsen in vaste stellingen en 624 palletplaatsen in verrijdbare stellingen. De kans is dus $176/(176+624) = 0,22$ dat er een pallet uit een vaste stelling wordt gepakt en 0,78 dat er een pallet uit een verrijdbare stelling wordt gepakt. De tijden zijn weergegeven in tabel 1.8.

Tijd besteed aan het verzamelen van pallets (tijdens het orderpicken)

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
Vaste stelling	43,9	43,9	0,22	9,7
Verrijdbare stelling	$15,5 + (45-20-11)$	29,5	0,78	23,0
Gemiddelde tijd besteed				32,7

Tijd besteed aan het FIFO wegzetten van producten (bij binnenkomst)

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
Vaste stelling	20,6	20,6	0,22	4,5
Verrijdbare stelling	$20,6 + (45-20-11)$	34,6	0,78	27,0
Gemiddelde tijd besteed				31,5

Tabel 1.8: scenario 3, gemiddelde tijd besteed aan het verzamelen/wegzetten van een pallet voor gereed product

Met de data van januari, februari en maart zou het verzamelen van pallets gereed product $32,7 \times 1999 + (0,22 \times 43,9 + 0,78 \times 15,5) \times (4,02-1) \times 1999 = 196.659,5$ seconde = 54,6 uur hebben gekost en het wegzetten van pallets $31,5 \times 1320 + 20,6 \times (6,98-1) \times 1320 = 204.188,2$ seconde = 56,7 uur. In totaal zal er jaarlijks dus $(54,6+56,7)/13 \times 49 = 419,5$ uur besteed worden aan het verwerken van gereed product

Grondstof

Bij grondstoffen zijn er 192 palletplaatsen in vaste stellingen en 888 palletplaatsen in verrijdbare stellingen. De kans is dus $192/(192+888) = 0,18$ dat er een pallet uit een vaste stelling wordt gepakt en 0,82 dat er een pallet uit een verrijdbare stelling wordt gepakt. Doordat de tijd om heen en weer te rijden naar het laaddock of naar productie en het pakken van de pallet samen meer is dan 45 seconde hoeft er in het algemeen niet gewacht te worden op het verplaatsen van de stellingen. De gemiddelde tijden zijn weergegeven in tabel 1.9.

Tijd besteed aan het verzamelen van pallets (tijdens het orderpicken)

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
Vaste stelling	42,1	42,1	0,18	7,6
Verrijdbare stelling	14,9	14,9	0,82	12,2
Gemiddelde tijd besteed				19,8

Tijd besteed aan het FIFO wegzetten van producten (bij binnenkomst)

Palletplek	Berekening	Tijd besteed (sec)	Kans	Relatieve tijd besteed (sec)
Vaste stelling	19,0	19,0	0,18	3,4
Verrijdbare stelling	19,0	19,0	0,82	15,6
Gemiddelde tijd besteed				19,0

Tabel 1.9: scenario 3, gemiddelde tijd besteed aan het verzamelen/wegzetten van een pallet voor grondstof

Met de data van januari, februari en maart zou het verzamelen van pallets bij 10 pallets per transactie $19,8 \times 3881 = 76.843,8$ seconde = 21,3 uur hebben gekost en het wegzetten van pallets $19,0 \times 449 + 19,0 \times (10-1) \times 449 = 85.310,0$ seconde = 23,7 uur. In totaal zal er jaarlijks dus $(21,3+23,7)/13 \times 49 = 169,6$ uur besteed worden aan het verwerken van grondstof.

Met de data van januari, februari en maart zou het verzamelen van pallets bij 15 pallets per transactie $19,8 \times 3881 = 76.843,8$ seconde = 21,3 uur hebben gekost en het wegzetten van pallets $19,0 \times 449 + 19,0 \times (15-1) \times 449 = 127.965,0$ seconde = 35,5 uur. In totaal zal er jaarlijks dus $(21,3+35,5)/13 \times 49 = 214,1$ uur besteed worden aan het verwerken van grondstof.

Besparing op orderpicktijd

De jaarlijkse besparing op orderpicken is weergegeven in tabel 1.10. Het aantal uren is gelijk aan de som van het aantal uren voor gereed product plus deksels plus grondstof. Het loon van een magazijn- of productiemedewerker is €1900 per maand (36 u per week) wat gelijk staat aan ongeveer €12,18 per uur. Magazijn- en productiemedewerkers werken op dit moment 40 uur per week met een 36 uren contract. Vier uren per week worden dus in overuren gewerkt, waardoor deze uren 130% betaald worden. In de praktijk kan Brinkers dus €15,83 per uur besparen. Op het moment dat de tijdsbesparing plaats zal vinden, zullen de medewerkers taken overnemen van onder andere de planner, waardoor de tijdsbesparing deels bij de magazijn- en productiemedewerkers ligt en deels op kantoor. Ook een deel van de mensen op kantoor draaien overuren. Daarom is de verwachting dat alle uren die worden bespaard overuren zijn, omdat een deel van de uren die 1 persoon bespaart opgevuld worden met taken van andere personen die ook overuren maken. De besparing leidt dus eerder tot 36-urige werkweken, dan tot minder werknemers. De mogelijke besparing op orderpicken is het verschil tussen de huidige situatie en het betreffende scenario.

		Uren	In euro's (€)	Besparing (€)
10 pallets per transactie bij grondstof	Huidige situatie	2.464,3	39.009,87	-
	Scenario 1	880,9	13.944,65	25.065,22
	Scenario 2	505,9	8.008,40	31.001,47
	Scenario 3	668,5	10.582,36	28.427,51
15 pallets per transactie bij grondstof	Huidige situatie	2.508,4	39.707,97	-
	Scenario 1	925,3	14.647,50	25.060,47
	Scenario 2	550,4	8.712,83	30.995,14
	Scenario 3	713,0	11.286,79	28.421,18

Tabel 1.10: Jaarlijkse besparing per scenario

Uit tabel 1.10 blijkt dat het aantal pallets per transactie geen grote invloed heeft op de besparing bij een nieuw scenario. Dit wil zeggen dat de tijd besteed aan het wegzetten van vijf extra pallets in de huidige situatie ongeveer gelijk is aan de tijd besteed bij het wegzetten van vijf extra pallets in het nieuwe scenario. Omdat het verschil nihil is, zal vanaf nu uitgegaan worden van 10 pallets per transactie.

Bijlage 2: De capaciteit van het magazijn

In deze bijlage wordt de capaciteit van het magazijn berekend. Afsluitend wordt de capaciteit in vergelijking met het voorraadniveau geschat.

De capaciteit van het eigen magazijn is weergegeven in tabel 2.1. Dit is de capaciteit voor gereed product, grondstof, kwaliteit, halffabricaat, emballage-verpakking, emballage-deksels en blokkade, incourant en weeshuis. Hieronder wordt uitgelegd hoe de capaciteit is berekend. De getallen in figuur 2.1 komen overeen met de berekeningen 1 tot en met 11. De grondstoffen en gereed product zijn verdeeld in hoge en normale pallets. Voor grondstoffen vallen pallets met een maximale hoogte van 2.00 m onder hoge pallets en 1.20 m onder normale pallets. De normale hoogte van gereed product is maximaal 1.20 m en hoog gereed product is maximaal 1.40 m.

Er zijn 7 afkortingen die in deze bijlage worden gebruikt, namelijk GP, GR, ED, HF, EV, KW en BIW. GP staat voor gereed product, GR voor grondstof, ED voor emballage-deksel, HF voor halffabricaat, EV voor emballage-verpakking, KW voor kwaliteit en BIW voor blokkade, incourant en weeshuis.

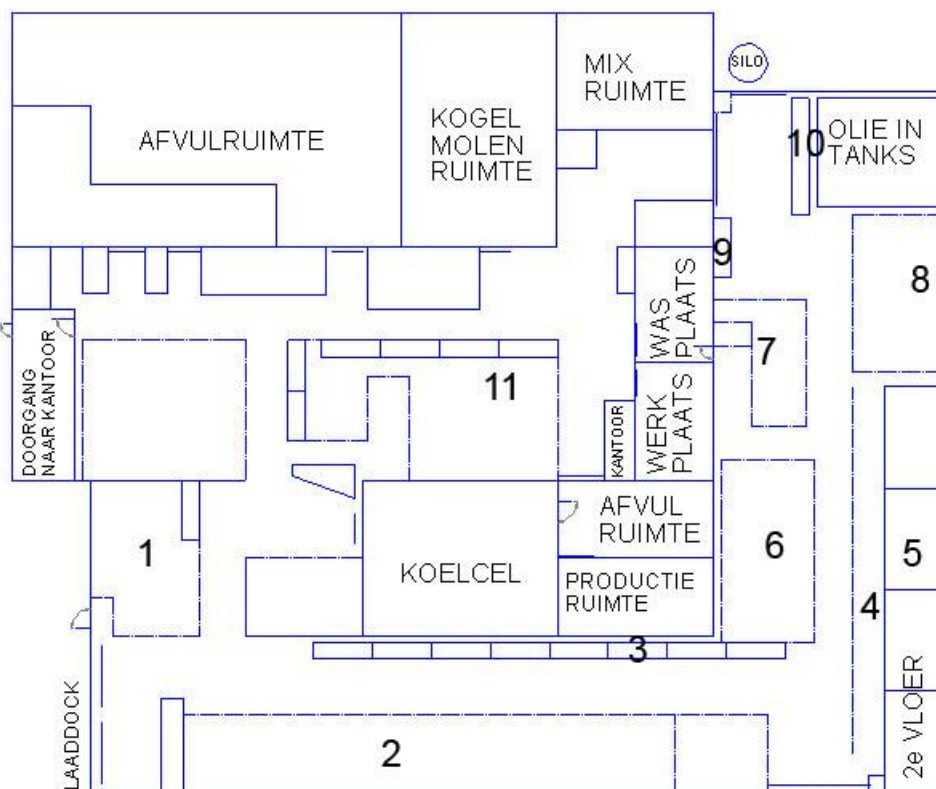
Totale capaciteit in praktijk	1165
800 x 1200	1021
1000 x 1200	135
Normale GP	508
Hoge GP	24
Normale GR	62
Hoge GR	160
Hoge, allergene GR	58
Normale, allergene GR	43
Hoog, ED	90
Halve, ED	24
KW	30
HF	32
EV	80
BIW	30
Niet toegewezen	24
In stellingen (# stellingen)	88.20
Totale capaciteit bij gebruik van alleen 800 x 1200 mm pallets met normale hoogte GP	1411

Tabel 2.1: De capaciteit van het eigen magazijn

Het aantal pallet plaatsen is gebaseerd op palletplaatsen van 800 x 1200, tenzij anders aangegeven. Daarnaast wordt aangegeven voor welke productgroep de capaciteit is. De opslag van emballage-potten, emballage-etiketten en een gedeelte van emballage-verpakking heeft een eigen ruimte die in het nieuwe ontwerp behouden zal blijven voor de opslag van deze producten. Deze ruimte is daarom niet inbegrepen in de onderstaande lijst en zal ook niet meegenomen worden in de nieuwe capaciteit.

De gebruikte capaciteit voor gereed product zal in praktijk lager liggen dan de beschikbare capaciteit voor gereed product. Dit komt voort uit het niet bijhouden van een exacte locatie per product. De magazijnmedewerkers moeten onthouden waar alles staat en groeperen hierdoor producten per SKU en proberen voor bepaalde producten vaste plaatsen aan te houden. Door het gebruik van dit systeem zullen niet alle gaatjes opgevuld worden met random producten. Om een reëel beeld te krijgen van de plekken beschikbaar in combinatie met het gebruik van FIFO en een klein aantal

producten per SKU, is de maximale beschikbare ruimte met 29 % verminderd. Dit blijkt uit een schatting op 30/05/2016 naar het reële maximale aantal pallets per rij. Op dit moment was te zien dat het magazijn vol stond, omdat er meerdere producten op plekken stonden waar ze niet thuishoorden. Ondanks het tekort in palletplekken, stonden er bij elke rij gemiddeld 5 pallets minder dan het maximale aantal pallets per rij. Het maximale aantal pallets per rij is gemiddeld $(1 \times 26 + 3 \times 35 + 1 \times 20 + 4 \times 17 + 21 \times 14 + 6 \times 17) / 36 = 17$, zie ook berekening 1,2 en 6. In praktijk staan er dus $5/17 = 29\%$ minder pallets. Deze 29 % is al verwerkt in berekeningen 1 tot en met 11, met uitzondering van pallets in stellingen. Deze vermindering in capaciteit wordt ook ondersteund door de voorraadniveaus bekend van de maanden januari, februari en april. Als de vermindering niet zou zijn toegepast is de capaciteit ruim voldoende voor het maximale voorraadniveau en zou ruimtetekort geen probleem zijn bij Brinkers. Bij grondstoffen is de vermindering minder van toepassing, omdat er minder SKU's zijn verdeeld over ongeveer hetzelfde aantal rijen. De grondstoffen zijn dus gemakkelijker terug te vinden en daarnaast zijn de meeste SKU's toegewezen of gegroepeerd. Wel is hier ook een klein aantal lege plekken, maar in dit geval komt dat door de gegroepeerde of toegewezen indeling. Dit betekent dat hier wel plek is en gebruikt kan worden, maar de juiste SKU er niet is. Dit vermindert de capaciteit niet. Voor deksels geldt ook dat de capaciteit niet verminderd wordt door het opslagsysteem, omdat er een relatief klein aantal SKU's is die op voorraad staan en de rijen zijn minder diep en hoog. Het is dus gemakkelijker om een SKU terug te vinden.



Figuur 2.1: nummering van vakken in het magazijn

1. = **123 pallets** (107 normale GP pallets, 16 EV)
Er is 1 rij van 9 pallets diep ($9+9+8$) , 3 van 12 ($12+12+11$) diep en 1 van 7 ($7+7+6$) diep. In totaal is de schatting dat hier in praktijk $151 \times 0.71 = 107$ palletplaatsen beschikbaar zijn. De stelling is gebruikt voor emballage-verpakking met een totaal van 16 palletplekken.
2. = **311 pallets** (257 normale GP pallets, 30 BIW, 24 niet toegewezen)
In vak 2 zijn er 4 rijen met een maximum van 17 ($6+6+5$) pallets en 21 rijen met een

maximum van 14 (5+5+4) pallets. In totaal is de schatting dat hier in praktijk $362 \times 0.71 = 257$ palletplaatsen beschikbaar zijn. De stelling aan de linkerkant heeft een vrije indeling en bestaan uit twee kleinere stellingen. In praktijk staan hier vooral restjes en lege plekken, omdat de stelling niet gebruikt mag worden voor gereed product. In totaal heeft deze stelling wel een capaciteit van 24 pallets. De rechter hoek is gereserveerd voor blokkade, incourant en weeshuis. Er zijn hier 30 palletplaatsen beschikbaar.

3. = **128 pallets** (24 hoge GP pallets, 72 normale GP pallets, 32 HF)
Er zijn 6 stellingen van 16 pallets per stelling voor gereed product. De onderste rij van de stelling is net iets hoger dan gemiddeld voor gereed product). De overige twee stellingen zijn voor halffabricaat en hebben een totaal van 32 palletplaatsen.
4. = **110 pallets** (60 hoge GR pallets, 18 hoge en allergene GR pallets, 32 normale allergene GR en 1000 x 1200 pallets)
Onder de tweede etage staan hoge (ongeveer 1.70 m) grondstoffen. Deze grondstoffen worden niet gestapeld en worden 6 diep opgeslagen. Dit gaat om 13 rijen. De overige 4 rijen worden gebruikt voor olievaten (1200 x 1200, 200 mm over de pallet rand) en deze worden 2 hoog gestapeld en vier pallets diep. De 4 rijen olievaten en 3 rijen van de hoge grondstoffen zijn allergene grondstoffen. De overige 10 rijen zijn voor normale grondstoffen
5. = **41 pallets** (11 normale hoogte, allergene GR pallets en 1000 x 1200 mm, 30 KW)
Op de 2^e etage is een verdeling tussen potten achtergehouden voor kwaliteitscontrole in verband met eventuele klachten en allergene grondstoffen, voornamelijk olievaten. Het aantal palletplaatsen voor grondstoffen is 11 pallets. De kwaliteitscontrole capaciteit is gelijk aan 30 normale pallets. Er staan namelijk 17 pallets (100 trays per pallet) en 20 (kleine) stellingen met 5 lagen van 18-27 trays (gemiddeld 112.5 trays per stelling). Dus 3950 trays is ongeveer gelijk aan 40 lage pallets. Gemiddeld staan er zo'n 135 trays per pallet. Dus 40 lage pallets komen qua ruimtebeslag ongeveer overeen met $40/135 \times 100 = 29.62$, 30 normale pallets.
6. = **108 pallets** (72 normale GP pallets, 36 normale GR pallets)
Vak 6 is opgedeeld in gereed product en normale grondstoffen. Er staan 6 rijen gereed product met een maximum van 17 (6+6+5) pallets per rij. In totaal is de schatting dat hier in praktijk $102 \times 0.71 = 72$ palletplaatsen beschikbaar zijn. Daarnaast zijn er 3 rijen grondstoffen (1.20 m hoog), 6 diep en 2 hoog opgeslagen.
7. = **40 pallets** (allergene hoge GR pallets)
Hier staan alleen allergene grondstoffen in vijf rijen van 3 diep en één rij van vijf diep. Voor alle rijen geldt dat er 2 hoog gestapeld wordt.
8. = **84 pallets** (84 hoge GR)
Hier staan 7 rijen van 6 pallets diep en 2 hoog. De grondstoffen die hier staan zijn ongeveer 2 m hoog.
9. = **12 pallets** (8 hoge GR, 4 normale hoogte GR)
1 stelling met 2 lagen van 4 pallets voor hoge pallets en 1 normale laag van 4 pallets.
10. = **30 pallets** (20 normale hoogte GR, 8 hoge GR, 2 normale hoogte GR en 1000 x 1200 mm)
Dit zijn 2 stellingen waarvan 1 stelling met 2 lagen van 4 pallets voor hoge pallets en 1 normale laag van 4 pallets en 1 stelling met 4 normale lagen van 4 pallets. Daarnaast is er nog een klein vak links onder de silo waar 2 pallets van 1000 x 1200 kunnen staan.
11. = **178 pallets** (90 hoog en 1000 x 1200 D, 24 half en 800 x 1200 D, 64 EV)
Hier wordt de emballage-deksel en emballage-verpakking opgeslagen. De pallets voor ED zijn ongeveer 2 m hoog en worden 2 lagen gestapeld. De deksels worden grotendeels opgeslagen op 1000 x 1200 pallets. Alleen pallets in de huidige twee stellingen variëren tussen 800 x 1200 en 1000 x 1200. In de huidige twee stellingen kunnen alleen half gevulde

pallets staan. Buiten de stelling zijn er ook veel halfvolle pallets aanwezig, maar voor het aantal palletplekken buiten de stellingen zal gerekend worden met volle palletplaatsen. In totaal kunnen er $5 \times 5 \times 2 + 4 \times 4 \times 2 + 4 \times 1 \times 2$ volle pallets van 1000 x 1200 gestapeld staan. En er kunnen 24 lage pallets van 800 x 1200 in de twee kleinere stelling staan. Daarnaast zijn er nog 4 stellingen, dus 64 palletplaatsen gereserveerd voor EV.

Het totale aantal stellingen dat deze capaciteit oplevert is 88.20. De berekening is opgesplitst per vak, waarna deze vakken bij elkaar opgeteld worden. Er kunnen 4 pallets van 800 x 1200 in een rij, 3 pallets van 1000 x 1200 en 4 pallets hoog bij normale hoogte. Voor gereed product geldt dat er ook 4 pallets per kolom passen bij 1 hoge pallet en 3 normale pallets. Bij grondstoffen passen 4 normale pallets per kolom. Bij hoge pallets wordt hier gerekend met 2.5 pallet per kolom.

1. $107/16 + 16/16 = 7.69$ stellingen
2. $257/16 + 30/16 + 24/16 = 19.43$ stellingen
3. 8 stellingen
4. $(60+18)/10 + 32/12 = 10.47$ stellingen
5. $11/12 + 30/16 = 2.79$
6. $72/16 + 36/16 = 6.75$
7. $40/10 = 4.00$
8. $84/10 = 8.40$
9. 1 stelling
10. 2 stellingen $+ 2/12 = 2.17$
11. $90/7.5 + 24/16 + 64/16 = 17.50$

Het totaal aantal stellingen is dus gelijk aan 88.20. Dit is ongeveer gelijk aan 1411 (88.20×16) pallets van 800 x 1200 mm met de normale hoogte van GP, oftewel waar geldt dat er 16 pallets in een stelling passen.

De capaciteit in vergelijking met het voorraadniveau

De capaciteit kan niet direct vergeleken worden met het voorraadniveau omdat de capaciteit is uitgedrukt in pallets van 800 x 1200 mm met een standaard hoogte van gereed product. Het voorraadniveau bestaat uit gereed product, deksels, blokkade, incourant, weeshuis en halffabricaat. De bijbehorende capaciteit is kleiner dan $508 + 24 + 32 + 30 + 90 + 24 \times 0.5 = 696$. De capaciteit is kleiner dan 696 omdat bij de telling geen onderscheid is gemaakt tussen palletplaatsen voor GP (800 x 1200 mm) en GP (1000 x 1200 mm), maar in het voorraadniveau wel. Uit de voorraadniveaus blijkt dat 80% procent van het gereed product staat op 800 x 1200 mm pallets en 20 % op 1000 x 1200 mm pallets. Voor rijen van 14 pallets ($5+5+4$), 800 x 1200 mm, geldt dat er $4+4+3$ 1000 x 1200 mm pallets passen. 20 % van de palletplaatsen neemt dus af met $(3/14=)$ 21%. De schatting is dat de capaciteit vergelijkbaar met het voorraadniveau $508 - 508 \times 0.2 \times 0.21 + 24 + 32 + 30 + 90 + 24 \times 0.5 = 675$ pallets is.

Bijlage 3: Omzetten van voorraadniveaus in pallets

In deze bijlage wordt toegelicht hoe de voorraad, bijgehouden in trays, kilo's of stuks, is omgezet naar het voorraadniveau in pallets.

De voorraad bestaat uit geheel gevulde pallets en gedeeltelijk gevulde pallets. Kleine hoeveelheden worden samen op één palletplek gezet, waardoor het rekenen van één palletplek voor een pallet die gedeeltelijk gevuld is, leidt tot een schatting van een te groot aantal bezette palletplaatsen. Echter het niet afronden van pallets leidt tot een schatting van een te klein aantal bezette palletplaatsen. De niet geheel gevulde pallets zijn daarom opgesplitst in pallets die meer dan 50% gevuld zijn en pallets die 50% of minder gevuld zijn. De pallets die meer dan 50% gevuld zijn worden naar gehele pallets afgerond en de pallets die 50% of minder gevuld zijn worden niet afgerond. Voor de kleine hoeveelheden trays per pallet wordt er dus van uitgegaan dat deze samen op een palletplek worden gezet en voor grote hoeveelheden trays per pallet dat deze een gehele palletplaats bezetten. Voor een aantal SKU's is in het systeem het stapelpatroon niet bekend. Om een schatting te maken van het aantal trays per pallet is hier het stapelpatroon van een vergelijkbare SKU (dezelfde potgrootte en hetzelfde aantal potjes per tray) overgenomen. Er zijn ook SKU's waarvan geen palletsoort bekend is. Voor deze SKU's is de palletsoort van een vergelijkbare SKU (hetzelfde stapelpatroon en hetzelfde aantal trays per pallet) overgenomen. Bij het voorraadniveau van gereed product is het product genaamd "Choba" niet meegenomen in het voorraadniveau, omdat dit product zich niet in het magazijn bevindt, maar in de koelcel wordt bewaard. In Exact valt dit wel onder Magazijn 1: Hoofdmagazijn, waardoor Choba in de gebruikte data wel vermeld staat onder gereed product.

Om het voorraadniveau van deksels te berekenen in aantal pallets is de volgende simplificatie gemaakt. Bij de deksels is de palletsoort niet bekend, maar de voorraad die nu in het magazijn staat bevat vooral 1000 x 1200 mm pallets met maar enkele 800 x 1200 mm pallets. Doordat er maar enkele pallets niet 1000 x 1200 mm zijn, wordt er voor alle SKU's binnen de productgroep emballage-deksels gerekend met pallets van 1000 x 1200 mm. Het aantal deksels per doos is wel bekend en het aantal dozen per pallet is voor alle SKU's binnen de productgroep emballage-deksels gelijk aan 25. De pallets zijn opgebouwd uit vijf lagen van vijf dozen per laag. Omdat er veel halve pallets zijn, is ook gekeken naar de som van het aantal dozen op niet-volle pallets.

Zoals al eerder is vermeld, wordt de voorraad van grondstoffen bijgehouden in kilo's. Echter is de palletsoort, het aantal kilo's grondstof per pallet en de hoogte van de volle pallets niet bekend. De hoeveelheid voorraad (in pallets) per SKU is dus onbekend. De voorraadniveaus van grondstoffen zijn daarom weggelaten in tabel 5 (blz. 26) en de totale voorraad van het hoofdmagazijn is dus de totale voorraad exclusief grondstoffen. Grondstoffen die niet meegerekend horen te zijn in de magazijn capaciteit, zijn de aroma's die in de koelcel worden bewaard, de suiker die in een silo buiten het magazijn staat en de raapolie en zonnebloemolie die opgeslagen zijn in tanks. Een reëel beeld van het aantal benodigde palletplaatsen voor grondstoffen kan dus niet worden gemaakt en ook de verdeling tussen normale grondstoffen en allergene grondstoffen blijft onbekend. Om een schatting te maken van de benodigde ruimte voor de grondstoffen is gekeken naar de voorraad die zich nu in het magazijn bevindt. De huidige voorraad schetst het volgende beeld:

De meeste grondstoffen worden tot een hoogte van ongeveer 1,7 m op pallets van 800 x 1200 mm geplaatst. De grondstoffen opgeslagen in vaten zijn een uitzondering, deze vaten zijn ongeveer 1 m hoog en worden op pallets van 1000 x 1200 mm geplaatst. In de praktijk beslaan de volle pallets 1200 x 1200 mm, omdat de vaten over de palleantrand uitsteken. Daarnaast is ongeveer een kwart van de grondstoffen allergene grondstoffen en bevindt zich in de hiervoor aangewezen vakken.

Het aantal palletplaatsen bezet door blokkade, incourant, weeshuis en halffabricaat is afgeleid uit de ruimte beschikbaar gesteld voor deze producten. Omdat dit vaak om gedeeltelijk gevulde pallets gaat is het aantal trays niet omgezet naar pallets vanuit de data, maar is gekeken naar de ruimte die deze producten (doorsnee) in beslag nemen. Voor zowel blokkade als halffabricaat is het aantal palletplaatsen berekend met de palletgrootte 800 x 1200 mm.

Bijlage 4: Uitgangspunten

In alle ontwerpen zijn een aantal aspecten uit het oude ontwerp meegenomen, deze worden hieronder besproken. In figuur 4.1 geven de stippellijnen aan waarbinnen de artikelen zich moeten bevinden.

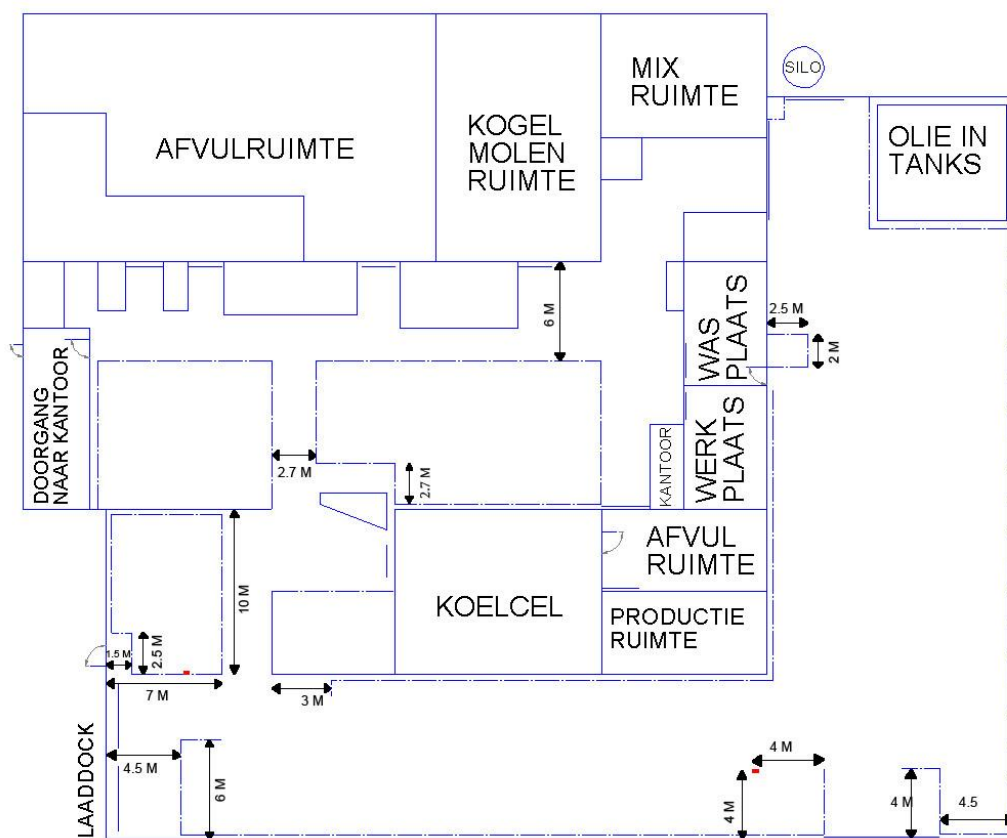
Allereerst staan langs alle muren staan steunpilaren van 30 cm diep. Dit betekent dat stellingen minimaal 30 cm van de muur af moeten staan. Daarnaast zijn er twee muren, de muur onder de koelcel en de muur rechts van de werkplaats, waar zich ook een vensterbank bevindt. Hierdoor zijn de steunpilaren ongeveer 10 cm van de muur af geplaatst en moeten de stellingen minimaal 40 cm van de muur af staan.

Daarnaast zijn er ook twee steunpilaren die niet langs de muur aan staan. Deze zijn aangegeven met een rood vierkantje. Deze staan met 30 cm in de breedte en 15 cm in de diepte. Voor de linker steunpaal geldt echter dat er plannen zijn om deze op korte termijn weg te halen. Daarom zal alleen de rechter steunpaal meegenomen in het nieuwe ontwerp.

Bij de wasplaats bevindt zich een gebied met hekken eromheen waar schoonmaakapparatuur staat opgeslagen. De afmetingen zijn weergegeven in figuur 4.1 en de wasplaats kan door zijn functie niet worden verplaatst.

Om het gebied waar de tanks gevuld met olie staan, wordt ongeveer een halve meter vrijgehouden.

Als laatste zijn er verschillende afstanden aangegeven in het figuur zoals de afstand tussen de opslag van potten en de opslag van deksels.



Figuur 4.1: Uitgangspunten magazijn

Bijlage 5: Redenatie achter de inrichting van scenario's

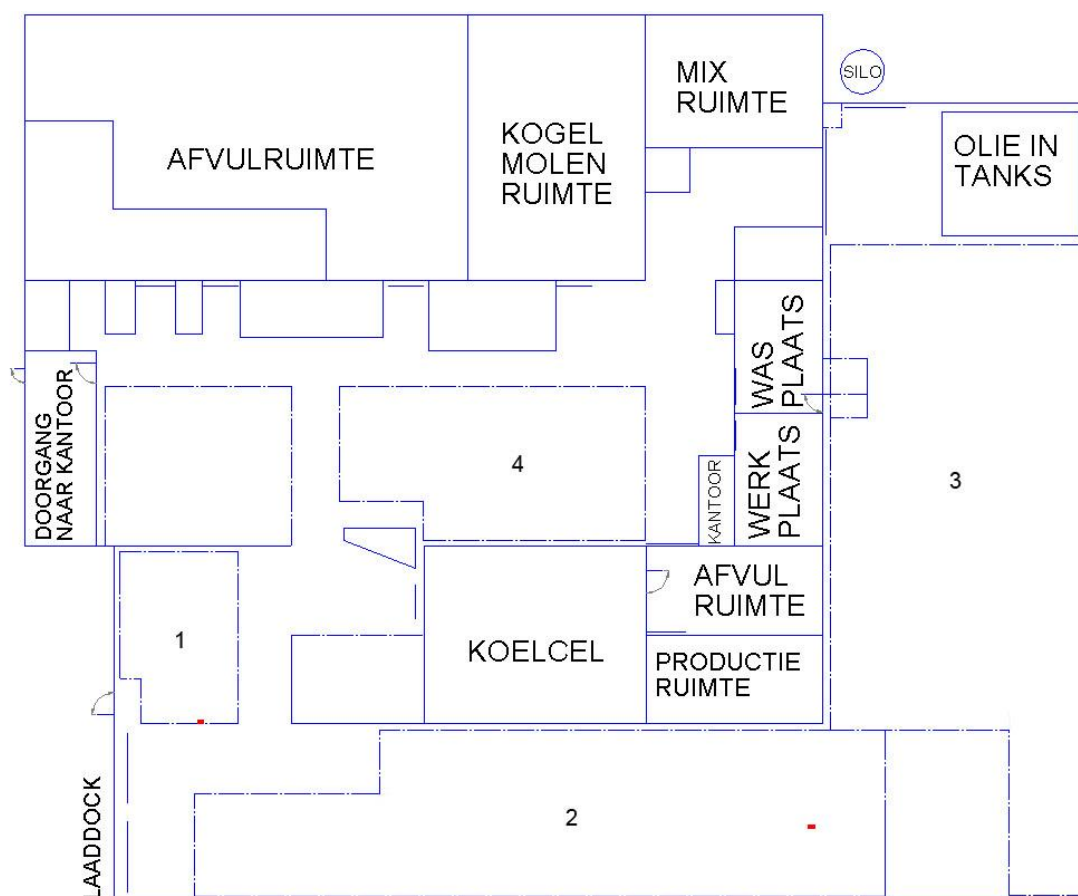
In deze bijlage worden de ontwerpen gemaakt voor de verschillende scenario's. Eerst wordt de ruimte in het magazijn opgedeeld in vakken waarna voor elk scenario per vak gekeken wordt hoe de stellingen het beste geplaatst kunnen worden.

Het magazijn is in eerste instantie verdeeld in vier globale vakken, zie figuur 5.1.

Vakken

1. Vak 1 is 6,7 m breed en 9,7 m lang met een hoek eruit van 1,2 m bij 2,5 m.
2. Vak 2 is onderaan 39 m breed en 30,5 m bovenaan, 5,7 m lang aan de linkerkant en 9,3 m lang aan de rechterkant.
3. In vak drie wordt de deur en het hokje naast het washok in eerste instantie weggelaten. Het vak is dan aan de linkerkant 27,4 m lang en aan de rechterkant 36,7 m, boven 14,3 m breed en 4,2 onder m breed.
4. Vak 4 is onderaan 12,5 m breed en 17,2 m bovenaan, 6,0 m lang aan de linkerkant en 8,7 m lang aan de rechterkant.

Er wordt gerekend met stellingen met een breedte van 3800 mm, maar in praktijk is alleen de eerste stelling 3800 mm en elke volgende stelling die eraan vast staat 3700 mm. Op het moment dat dit verschil uit kan maken zal er gekeken worden naar de precieze afstand. De twee steunpalen weergegeven in figuur 5.1, zijn de steunpalen in de huidige situatie. Alleen met de steunpaal in vak 2 wordt rekening gehouden, zie bijlage 4 "uitgangspunten".



Figuur 5.1: Verdeling van het magazijn in vakken

Scenario 1: Palletstelling tele-reachtruck

De palletstelling met gebruik van tele-reachtrucks zorgt ervoor dat er in totaal vier stellingen achter elkaar kunnen staan zonder gangpad. Één blok stellingen inclusief één gangpad heeft dus een totale breedte van 3800 mm en diepte van 7800 mm.

Vak 1:

Als de stellingen horizontaal worden neergezet passen er $6,7/3,8 = 1,76$ stellingen in de breedte en $9,7/7,8 = 1,24$ blokken in de lengte. In de breedte houd je nog 2,9 m over waardoor er nog 2 stellingen verticaal ertegenaan kunnen worden gezet. Dit resulteert in maximaal 1 stelling breed en 4 stellingen in de lengte (je houdt 2 m over en begint met een gangpad van 3 m) met nog 2 stellingen verticaal dus een totaal van 6 stellingen.

Als de stellingen verticaal worden neergezet passen er $6,7/7,8 = 0,86$ blokken in de breedte en $9,7/3,8 = 2,55$ stellingen in de lengte. Dit betekent maximaal 2 stellingen in de lengte en 3 stellingen in de breedte (het gangpad + 3 stellingen = 6,6). In de lengte houd je nog 2,1 m over. Hier passen nog 2 stellingen in als ze horizontaal tegen de andere stellingen worden aangeschoven. Dus dit resulteert in een totaal van 8 stellingen.

De stellingen zullen dus verticaal worden neergezet. Het uiteindelijke ontwerp combineert de lege hoek aan de linkerkant met het gangpad, waardoor het verschil in lengte en breedte aan de onderkant van vak 1 geen invloed heeft op het ontwerp.

Vak 2:

Als de stellingen horizontaal worden neergezet passen er $39/3,8 = 10,26$ stellingen in de breedte en $9,3/7,8 = 1,19$ blokken in de lengte. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $30,5/3,8 = 8,03$ en $5,7/7,8 = 0,73$ (wat gelijk staat aan een gangpad en 2 stellingen). Omdat vak 2 boven en onder aan de muur grenst moet er of een extra gangpad worden meegenomen in de lengte of moet het blok worden opgesplitst met het één gangpad ertussenin wat beide zorgt voor bereikbaarheid van alle palletplaatsen. Bij twee gangpaden is er nog plek voor 2 stellingen. Het is dus voordeliger om het blok op te splitsen en 2 stellingen onder en 2 stellingen boven het gangpad te plaatsen. Boven passen er 8×2 stellingen en onder 2×10 . Dit maakt 36 stellingen in totaal.

Als de stellingen verticaal worden neergezet passen er $39/7,8 = 5,00$ blokken in de breedte en $9,3/3,8 = 2,44$ stellingen in de lengte. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $30,5/7,8 = 3,91$ (wat gelijk staat aan 3 blokken met een extra gangpad en 3 stellingen) en $5,7/3,8 = 1,5$. Maar er moet ook nog een gangpad zijn om van links naar rechts te rijden met de truck, $6,3/3,8 = 1,66$. Voor de gehele breedte geldt dus dat er maar 1 stelling verticaal kan staan. De overige ruimte boven de stellingen is 2,5 m, waardoor aan de andere kant van het gangpad 2×8 stellingen horizontaal erboven kunnen worden geplaatst. Dus er passen $1 \times 4 \times 5$ stellingen onderaan en 2×8 stellingen bovenaan. Dit maakt 36 stellingen in totaal.

Doordat het draagvermogen van de stelling beter wordt bij het aan elkaar zetten van stellingen zullen de stellingen in vak 2 horizontaal worden neergezet.

Vak 3:

Links en rechts zitten muren (bij de korte verticale afstand), dus moet er bij horizontale stellingen een gangpad verticaal lopen wat betekent dat er $11,3/3,8 = 2,97$ stellingen in de breedte passen. In de lengte passen $36,7/7,8 = 4,71$ blokken. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $4,2/3,8 = 1,11$ en $27,4/7,8 = 3,51$. In de lengte houd je 5,54 m over waar een gangpad en nog twee stellingen in passen. In de breedte houd je 3,69 m over dit is meer dan de breedte van het schoonmaakhok (2,5

m) waardoor het schoonmaakhok niet tussen de blokken in hoeft te staan. Er kan daarom gekozen worden tussen het tegen elkaar zetten van de twee blokken of het neerzetten van twee stellingen met een gangpad ertussen.

Als de twee blokken tegen elkaar aan worden gezet, wordt de ruimte die links overblijft gevuld met verticale stellingen. Hier moet rekening gehouden worden met het schoonmaakhok en de deur. In de lengte betekent dit dat er een stuk muur is van 17,5 m en 6,4 m. In de lengte van 17,5 passen $17,5/3,8 = 4,61$ stellingen en in de lengte van 6,4 passen $6,4/3,8 = 1,68$ stellingen. Aan de rechterkant kan het tweede blok ertegenaan worden gezet vanaf 9,3 m. Rechts kunnen er dus 3 blokken van vier stellingen 2 breed naast elkaar staan en 1 blok met 2 losse stellingen 1 breed. Links is er plek voor 4×2 en 1×2 stellingen. In totaal levert dit 40 stellingen op.

Als het gangpad zich tussen de twee blokken stellingen bevindt, kunnen tegen de horizontale stellingen nog 2 stellingen aan de ene kant en 1 stelling aan de andere kant verticaal worden geplaatst. In de lengte van 18,8 m zit de deur ook, waardoor deze begint en eindigt met een gangpad. $15,8/7,8 = 2,03$ blokken. De lengte 8,7 m begint vanaf het schoonmaakhok en begint dus ook met een gangpad. $5,7/7,8 = 0,73$ is gelijk aan 2 stellingen en een gangpad. Aan de linkerzijde kan er dus 1 stelling per blok verticaal bij worden gezet (het halve blok wordt ook meegerekend, want de stelling bevindt zich dan voor het schoonmaakhok), en aan de rechterzijde 2 stellingen per blok (als het blok zich boven de 9,3 m bevindt). Rechts passen dus in de lengte 4 blokken van 1 stelling breed met nog een extra gangpad en 2 stellingen. Voor drie van deze stellingen geldt dat er twee stellingen verticaal tegenaan kunnen worden gezet. Links passen er twee blokken onder de deur en 2 stellingen boven de deur. Hier wordt bij beide blokken en ook bij het halve blok (omdat de stelling voor het schoonmaakhok komt te staan) één verticale tegenaan gezet. In totaal passen er dus 37 stellingen.

Als de stellingen verticaal worden geplaatst passen er $36,7/3,8 = 9,66$ stellingen in de lengte en $14,3/7,8 = 1,83$ blokken (gelijk aan 1 blok en een extra gangpad met 2 stellingen) in de breedte. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $27,4/3,8 = 7,21$ en $4,2/7,8 = 0,54$. De twee losse stellingen worden aan de linkerkant geplaatst in verband met het schoonmaakhok. Net zoals bij het stuk hierboven passen hier 4×2 en 2×2 stellingen aan de linkerkant. Aan de rechterkant bevindt zich boven en onder een 'muur' waardoor er een gangpad horizontaal moet en er dus $24,4/3,8 = 6,42$ stellingen passen. Onder de verbreding passen $9,3/3,8 = 2,44$ stellingen en houd je 1,67 m over. Boven de verbreding houd je 1,60 m over. Samen is dit nog een gangpad waardoor de stellingen onder de verbreding twee diep tegen de muur kunnen staan. In totaal passen er dus boven de verbreding 6×4 stellingen rechts en $4 \times 2 + 2 \times 2$ links en onder de verbreding 2×2 tegen de muur. In totaal zijn dit 40 stellingen. In plaats van het blok naast elkaar te zetten, kan het blok ook worden opgesplitst in tweeën. De rechterhelft wordt tegen de muur geplaatst en heeft hierdoor geen gangpad nodig. Voor de linkerhelft geldt nog steeds dat er 6 stellingen in de lengte passen en voor de rechterhelft zijn dit 9 stellingen. Dit maakt een totaal van $6 \times 2 + 9 \times 2 + 4 \times 2 + 2 \times 2 = 42$ stellingen. De optie om stellingen verticaal neer te zetten levert dus een hogere opslagcapaciteit op.

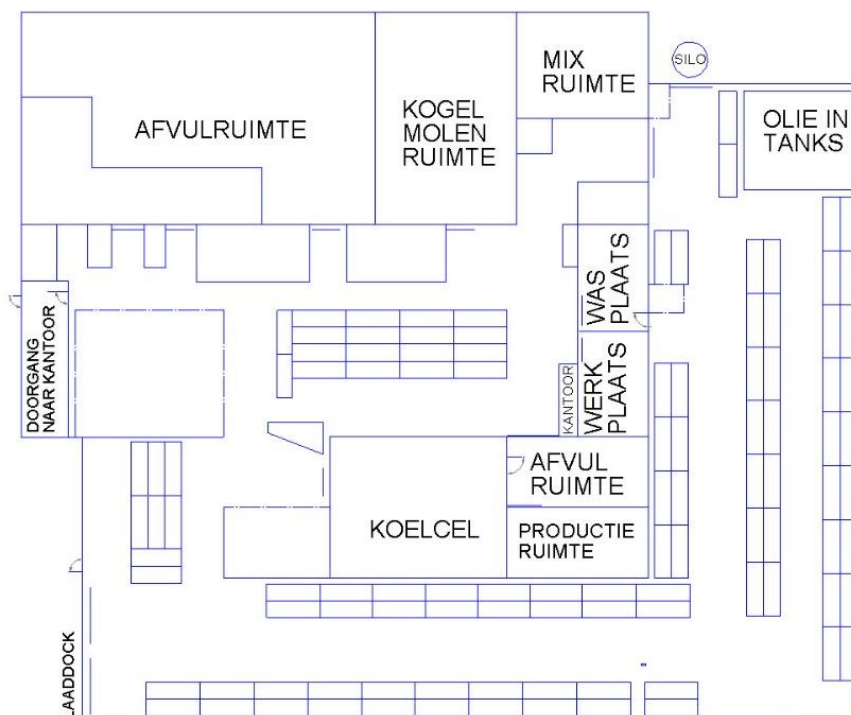
Vak 4:

Als de stellingen horizontaal worden neergezet passen er $17,2/3,8 = 4,53$ stellingen in de breedte en $8,7/7,8 = 1,11$ blokken in de lengte. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $12,5/3,8 = 3,29$ en $6,0/7,8 = 0,77$. De bovenste grens is niet een muur waardoor er geen extra gangpad hoeft te zijn en er dus vier blokken naast elkaar passen. Onder de vier blokken houd je een ruimte over van 0,86 m wat niet groot genoeg is voor een extra stelling. Links van de vier blokken gaat dit om een breedte van 2,01 m met een lengte van 6,00 m. Hier zou 1 stelling passen, maar de 2 stellingen die in het huidige

ontwerp hier staan, zijn kleiner dan standaard stellingen en kunnen daardoor blijven staan. Er kunnen dus 4 blokken stellingen staan en de 2 kleinere stellingen kunnen hun plek behouden. In totaal zijn dit 18 stellingen.

Als de stellingen verticaal worden neergezet passen er $17,2/7,8 = 2,21$ blokken in de breedte en $8,7/3,8 = 2,29$ stellingen in de lengte. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $12,5/7,8 = 1,60$ en $6,0/3,8 = 1,58$. Doordat zowel links als rechts zich een gangpad bevindt hoeft je niet te beginnen met een gangpad, maar eindig je met een gangpad. Hierdoor kunnen in de breedte 2 blokken en 1 losse stelling worden neergezet. In de lengte kan maar 1 stelling worden geplaatst over de gehele breedte. Het gebied dat dan overblijft is 4,9 m lang en 12,5 m breed. Als hier horizontale stellingen worden geplaatst moet er eerst een gangpad komen om bij de stellingen te kunnen komen. Er kunnen dus $12,5/3,8 = 3$ enkele stellingen ($1,9/1,2 = 1,58$) tegen de onderste muur staan. In totaal kunnen bij het in eerste instantie verticaal plaatsen van de stellingen 12 stellingen in vak 4 staan. De stellingen zullen dus in eerste instantie horizontaal worden neergezet.

Omdat de ruimte in globale vakken is opgedeeld zal nu worden gekeken naar het totaalplaatje en worden gaten opgevuld. Ook zal gekeken worden naar de invloed van de steunpaal in vak 2 op de oplossing. De indeling die hieruit voortkomt is weergegeven in figuur 5.2 en heeft een totale capaciteit van 106 stellingen. De twee stellingen links van de “Olie in tanks” en de twee stellingen onderaan de middelste rij van vak 3 zijn in het totaalplaatje erbij gekomen. De 2 stellingen die achter de steunpaal staan kunnen ook verticaal geplaatst worden, afhankelijk van de wensen van Brinkers. De twee stellingen die voor elkaar staan, zijn te vergelijken met een rij. Per rij kan er één SKU worden opgeslagen, omdat de tweede pallet niet zichtbaar is. De capaciteit die in de praktijk benut



kan worden wordt hierdoor 5% lager, op 100,7 stellingen, geschat.

Figuur 5.2: Het nieuwe ontwerp bij het gebruik van stellingen met tele-reachtrucks

Scenario 2: Palletstelling combitruck

De palletstelling met gebruik van combitrucks zorgt ervoor dat er in totaal 2 stellingen achter elkaar kunnen staan zonder gangpad. Één blok stellingen inclusief één gangpad heeft dus een totale breedte van 3800 mm en diepte van 3900 mm.

Vak 1:

Als de stellingen horizontaal worden neergezet passen er $6,7/3,8 = 1,76$ stellingen in de breedte en $9,7/3,9 = 2,49$ blokken in de lengte. Dit staat gelijk aan 2 blokken en een extra gangpad. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $5,5/3,8 = 1,45$ en $7,2/3,9 = 1,85$. De blokken kunnen aan de rechter kant of aan de linkerkant worden neergezet. Staan ze rechts dan passen er 2 blokken met 1 losse stelling links ($7,2/3,8 = 1,89$). Staan ze links dan past er 1 blok met een extra gangpad en stelling horizontaal. In de breedte is er 2,89 m over waardoor er verticaal nog een extra gangpad en stelling kan worden neergezet. In de lengte zijn dit 2 stellingen ($9,7/3,8 = 2,55$). Beide opties leiden dus tot een totaal van 5 stellingen.

Als de stellingen verticaal worden neergezet passen er $6,7/3,9 = 1,72$ blokken in de breedte en $9,7/3,8 = 2,55$ stellingen in de lengte. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $5,5/3,9 = 1,41$ en $7,2/3,8 = 1,89$. Dit betekent dat er 1 blok en een extra gangpad met een stelling in de breedte past en twee stellingen in de lengte, wanneer je het gangpad combineert met de vrije hoek links onder. De ruimte die in de lengte overblijft is 1,4 m waar geen stelling horizontaal meer in past zonder gangpad. In totaal passen hier dus 6 stellingen in.

De stellingen zullen dus verticaal worden neergezet. Het uiteindelijke ontwerp combineert de lege hoek aan de linkerkant met het gangpad, waardoor het verschil in lengte en breedte aan de onderkant van vak 1 geen invloed heeft op het ontwerp.

Vak 2:

Als de stellingen horizontaal worden neergezet passen er $39/3,8 = 10,26$ stellingen in de breedte en $9,3/3,9 = 2,38$ blokken in de lengte. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $30,5/3,8 = 8,03$ en $5,7/3,9 = 1,46$.

Omdat vak 2 boven en onder aan de muur grenst moet er net zoals bij het gebruik van een tele-reachtruck nog een extra gangpad worden meegenomen in de lengte. Dit betekent dat er 2 blokken en een extra gangpad passen in de lengte. In de breedte waar deze lengte geldt passen 8 stellingen. In het overige gedeelte passen 1,46 blokken in de lengte (wat gelijk staat aan 1 blok met een extra gangpad of stelling) en $8,5/3,8 = 2,24$ stellingen in de breedte. Doordat boven dit gedeelte geen muur zit kan er 1 blok met een extra stelling in de lengte. In totaal passen er dan 10 stellingen naast elkaar in heel vak 2. Dan is er een ruimte van $30,5 \times 3,6$ over waar eerst een gangpad komt. Er is dus nog ruimte over voor 1 stelling in de lengte, wat een totaal op levert van $10 \times 3 + 8 \times 1 = 38$ stellingen.

Als de stellingen verticaal worden neergezet moet er een extra gangpad om van links naar rechts te rijden. Deze heeft een breedte van 3 m omdat er twee medewerkers tegelijk door heen moeten kunnen rijden. Er passen daardoor $39/3,9 = 10$ blokken in de breedte en $6,3/3,8 = 1,66$ stellingen in de lengte. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $30,5/3,9 = 7,82$ (wat gelijk staat aan 7 blokken met een extra gangpad en 3 stellingen) en $5,7/3,8 = 1,5$ (afhankelijk van waar het gangpad zich bevindt). Er kunnen dus over de gehele lengte 10 blokken met 1 stelling in de lengte staan. Dan is er 2,5 m over, waar in de lengte 1 stelling horizontaal tegen de muur kan staan en in de breedte zijn dit $30,5/3,8 = 8,03$ stellingen. In totaal passen er dus 28 stellingen staan.

De stellingen zullen dus in eerste instantie horizontaal in vak 2 worden geplaatst.

Vak 3:

Links en rechts staan muren (bij de korte verticale afstand), dus moet er bij horizontale stellingen een gangpad verticaal lopen wat betekent dat er $11,3/3,8 = 2,97$ stellingen in de breedte passen. In de lengte passen $36,7/3,9 = 9,41$ blokken. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $4,2/3,8 = 1,11$ en $27,4/7,8 = 7,02$. In de lengte houdt 1,6 m over waar alleen een gangpad in past. In de breedte houdt je 3,69 m (hetzelfde als bij gebruik van tele-reachtrucks) over dit is meer dan de breedte van het schoonmaakhok (2,5 m) waardoor het schoonmaakhok niet tussen de blokken in hoeft te staan. Er kan daarom gekozen worden tussen het tegen elkaar zetten van de twee blokken of het neerzetten van twee stellingen met een gangpad ertussen.

Als de twee blokken tegen elkaar aan worden gezet, wordt de ruimte die links overblijft gevuld met verticale stellingen. Hier moet rekening gehouden worden met het schoonmaakhok en de deur. In de lengte betekent dit dat er een stuk muur is van 17,5 m en 6,4 m. In de lengte van 17,5 passen $17,5/3,8 = 4,61$ stellingen en in de lengte van 6,4 passen $6,4/3,8 = 1,68$ stellingen. Aan de rechterkant kan het tweede blok ertegenaan worden gezet vanaf 9,3 m. Rechts kunnen er dus 7 blokken van 2 stellingen 2 breed naast elkaar staan en 2 blokken met 1 losse stellingen 1 breed. In de 3,69 m past 1 stelling en een gangpad. Links is er dus plek voor 4×1 en 2×1 stellingen. In totaal levert dit 39 stellingen op.

Als het gangpad zich tussen de twee blokken stellingen bevindt, kan tussen de twee blokken een verticale rij stellingen met extra gangpad worden neergezet. In de lengte van 18,8 m zit de deur ook, waardoor deze begint en eindigt met een gangpad. Hier passen dan $17,3/3,9 = 4,44$ blokken. De lengte 8,7 m begint vanaf het schoonmaakhok en begint dus ook met een gangpad wat leidt tot $7,2/3,9 = 1,85$ blokken en dat is gelijk aan 1 blok met een extra gangpad en stelling. Aan de linkerzijde passen dus 11 stellingen, aan de rechterzijde 19 stellingen en verticaal kunnen er $25,9/3,8 = 6,81$ (inclusief een horizontaal gangpad) stellingen staan. Dit maakt een totaal van 36 stellingen. Het is dus voordeliger om de twee blokken tegen elkaar aan te zetten.

Als de stellingen verticaal worden geplaatst is er een horizontaal gangpad nodig om van links naar rechts te kunnen en passen er $35,2/3,8 = 9,26$ stellingen in de lengte en $14,3/3,9 = 3,67$ blokken (gelijk aan 3 blokken en een extra gangpad) in de breedte. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $25,9/3,8 = 6,82$ en $4,2/3,9 = 1,01$. Hier moet rekening gehouden worden met het schoonmaakhok en de deur. In de lengte betekent dit dat er een stuk muur is van 17,5 m en 6,4 m. In de lengte van 17,5 passen $17,5/3,8 = 4,61$ stellingen en in de lengte van 6,4 passen $6,4/3,8 = 1,68$ stellingen. Rechts kunnen er dus 9 en 6 blokken van twee stellingen staan en links is er plek voor 4×2 en 1×2 stellingen. Het aantal stellingen dat in vak 3 past is dan $9 \times 2 + 6 \times 2 + 4 \times 2 + 1 \times 2 = 40$ stellingen. De stellingen zullen dus in verticaal in vak 3 worden geplaatst.

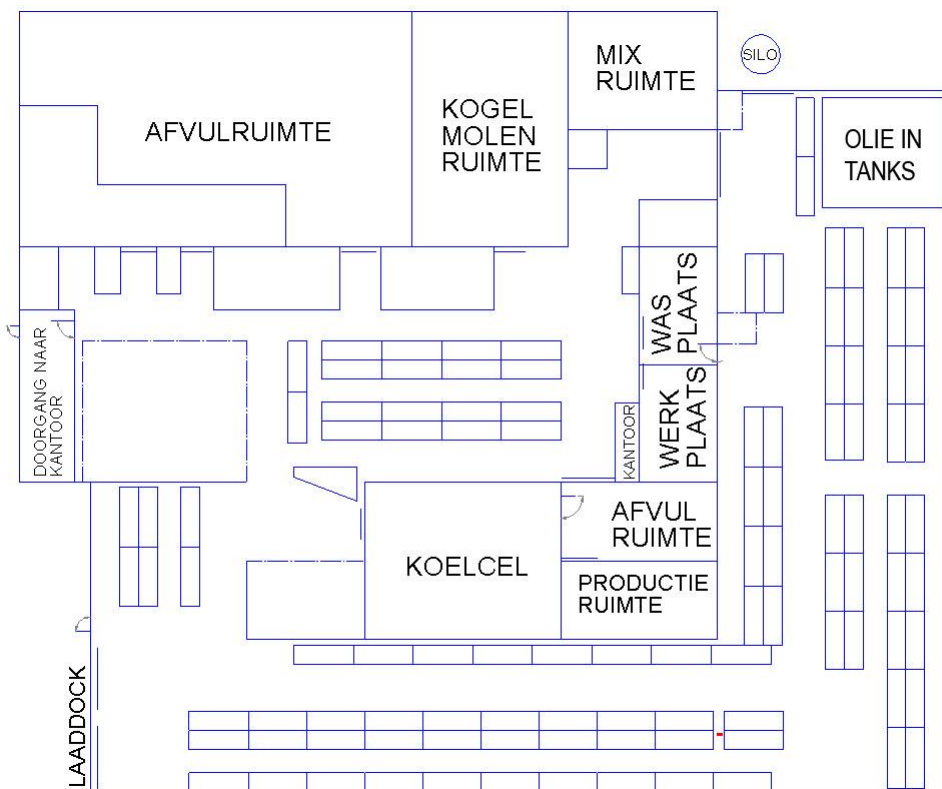
Vak 4:

Als de stellingen horizontaal worden neergezet passen er $17,2/3,8 = 4,53$ stellingen in de breedte en $8,7/3,9 = 2,23$ blokken in de lengte. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $12,5/3,8 = 3,29$ en $6,0/3,9 = 1,54$. De bovenste grens is niet een muur waardoor er geen extra gangpad hoeft te zijn en er dus vier blokken in de breedte naast elkaar passen. Onder de vier blokken houdt je een ruimte over van 0,90 m wat niet groot genoeg is voor een extra stelling. Links van de vier blokken gaat dit om een breedte van 2,01 m met een lengte van 6,00. Hier zou 1 stelling passen, maar de 2 stellingen die in het huidige ontwerp hier staan, zijn kleiner dan standaard stellingen en kunnen daardoor blijven staan. Er kunnen dus 4 blokken stellingen staan en de 2 kleinere stellingen kunnen hun plek behouden. In totaal zijn dit 18 stellingen

Als de stellingen verticaal worden neergezet passen er $17,2/3,9 = 4,41$ blokken in de breedte en $8,7/3,8 = 2,29$ stellingen in de lengte. Met de hoek eruit is dit respectievelijk $12,5/3,9 = 3,21$ en $6,0/3,8 = 1,58$. Doordat zowel links als rechts zich een gangpad bevindt hoeft je niet te beginnen met een gangpad, maar eindig je met een gangpad (per blok). Hierdoor kunnen in de breedte 2 blokken en 1 losse stelling worden neergezet. In de lengte kan maar 1 stelling worden geplaatst over de gehele breedte. Het gebied wat dan overblijft is 4,9 m lang en 12,5 m breed. Als hier horizontale stellingen worden geplaatst moet er eerst een gangpad komen om bij de stellingen te kunnen komen. Er kunnen dus 2 rijen ($3,4/1,2 = 2,83$) stellingen horizontaal neergezet worden waarvan een rij tegen de onderkant van de blokken en 1 rij tegen de muur. Er kunnen dus $12,5/3,8 = 3,29$ enkele stellingen ($3,4-1,5 = 1,9$) tegen de onderste muur staan en $17,2/3,8 = 4,53$ stellingen onder de blokken. In totaal kunnen bij het in eerste instantie verticaal plaatsen van de stellingen 12 stellingen in vak 4 staan.

Beide opties leveren hetzelfde aantal stellingen op, maar de eerste optie heeft 2 kleinere stellingen vanuit het huidige ontwerp en de tweede optie heeft 2 standaard stellingen en dus een hogere capaciteit. De 2 standaard stellingen moeten wel extra aangeschaft worden wat hogere kosten met zich mee brengt. De directie kan zelf tussen beide opties kiezen. Voor nu is optie 1 gekozen om te verwerken in de opzet. De stellingen zullen dus in eerste instantie horizontaal worden neergezet.

Omdat de ruimte in globale vakken is opgedeeld, zal nu worden gekeken naar het totaalplaatje en worden gaten opgevuld. Ook zal gekeken worden naar de invloed van de steunpaal in vak 2 op de oplossing. Links van de "Olie in tanks" zijn twee extra stellingen geplaatst net zoals onderaan de middelste rij van vak 3. Daarnaast zijn de twee stellingen rechts van de steunpaal in vak 2 een klein stukje opgeschoven, maar dit heeft geen invloed op het totaal aantal stellingen. De indeling die hieruit voortkomt is weergegeven in figuur 5.3 en heeft een totale capaciteit van 106 stellingen.



Figuur 5.3: Het nieuwe ontwerp bij het gebruik van stellingen met combitrucks

Dit waren de twee basisontwerpen. Nu wordt gekeken naar aanpassingen op het basisontwerp door middel van een nieuw opslagsysteem, de verrijdbare stelling. Dit opslagsysteem wordt in de praktijk niet gecombineerd met combitrucks en zal dus alleen worden gecombineerd met scenario 1.

Het gebruik van verrijdbare stellingen is toepasbaar voor gereed product en voor normale (niet allergene) grondstoffen. Uit bijlage 2 “capaciteit” blijkt dat er in de huidige situatie 76 palletplaatsen zijn voor hoge allergene grondstoffen (800 x 1200 mm) en 43 voor normale allergene grondstoffen (1000 x 1200 mm). In het nieuwe ontwerp moet dit minimaal het aantal palletplaatsen in vaste stellingen zijn in het gedeelte waar grondstoffen staan opgeslagen. Er moeten dus $76/10 + 43/12 = 11,18 = 12$ vaste stellingen voor grondstoffen worden geplaatst (vak 3). Daarnaast is een minimum van 20 stellingen inclusief een gangpad vastgesteld vanaf waar er gekeken zal worden naar het plaatsen van de verrijdbare stelling. Hierdoor zal naar vak 1 en vak 4 niet gekeken worden met betrekking tot het gebruik van verrijdbare stellingen en wordt hier de basis indeling gebruikt.

Scenario 3: De verrijdbare palletstelling in combinatie met scenario 1.

De verrijdbare palletstelling in combinatie met de palletstelling met gebruik van tele-reachtrucks zorgt ervoor dat er in totaal minimaal 1 gangpad nodig is voor een nog onbekend aantal stellingen.

Vak 2:

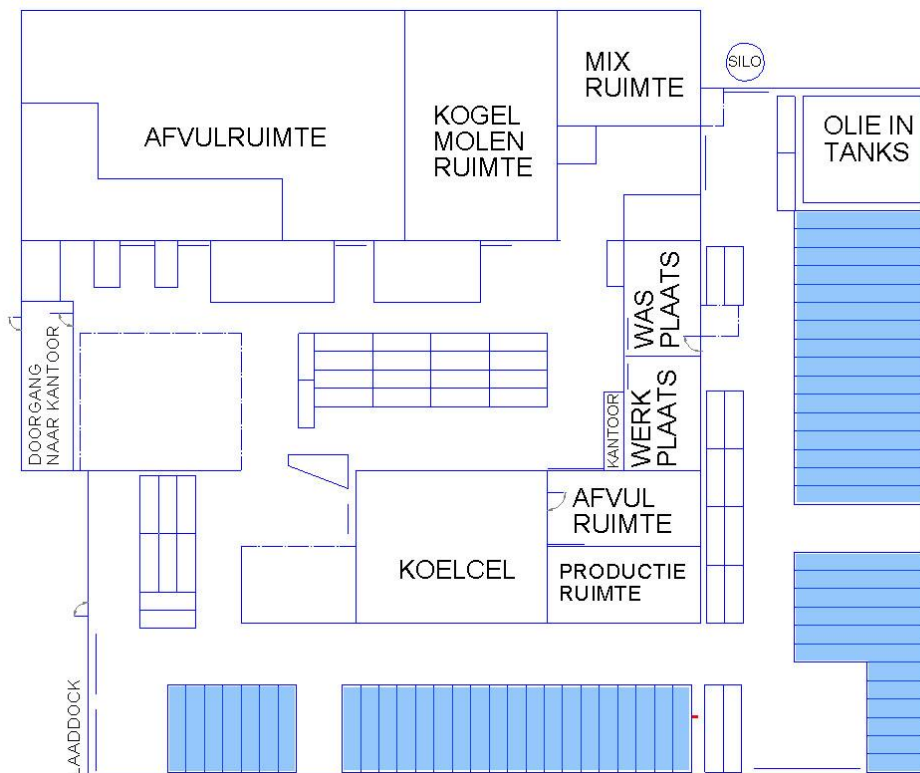
De stellingen zullen verticaal neer worden gezet, omdat er in de breedte meer stellingen achter elkaar passen dan in de lengte. Over de gehele lengte van vak 2 passen $(39-3)/1,2 = 30$ stellingen met een maximale lengte van 5,7 m. Horizontaal moet er ook een gangpad zijn om van links naar recht te kunnen rijden. Het gebied wat overblijft is $9,3-5,7-3 = 0,6$ m. Als de lengte 5,7 m is, passen er 6×4 pallets per stelling. Dit maakt een totaal van $30 \times 6 \times 4 = 720$ palletplaatsen. Er kan ook gekozen worden voor het plaatsen van 1 stelling of 2 stellingen tegen de bovenrand. In het eerste geval is de lengte van de verrijdbare stelling maximaal $9,2-3-1,2 = 5$ m. $5/3,8 \times 4 = 5,3$, dus 5×4 palletplaatsen per stelling. De stelling aan de bovenrand wordt meegenomen uit het basisontwerp en maakt een totaal van $5 \times 4 \times 30 + 8 = 608$. In het tweede geval is de lengte van de verrijdbare stelling maximaal $9,2-3-2 \times 1,2 = 3,8$ m. Dus 4×4 palletplaatsen per stelling. De stelling aan de bovenrand wordt meegenomen uit het basisontwerp en maakt een totaal van $4 \times 4 \times 30 + 16 = 498$. Het is dus voordeliger om de stellingen zo lang mogelijk te maken tot een lengte van 5,7 m.

Vak 3:

De stellingen zullen horizontaal neer worden gezet, omdat er in de lengte meer stellingen achter elkaar passen dan in de breedte. Aan de linkerkant van het vlak moet rekening gehouden worden met het washok en de deur. Het maximaal aantal stellingen dat hier past is $17,5/1,2 = 14,6$, dus 14 stellingen. Dit komt niet aan het minimale aantal van 20 stellingen en de verrijdbare stelling wordt daarom niet aan de linkerkant van vak 3 geplaatst. De rechterkant van vak 3 heeft een totale lengte van 36,7 m wat gelijk staat aan $(36,7-3)/28,1$, dus 28 stellingen. Onderaan is deze stelling maximaal 4,2 m wat gelijk staat aan $4,2/3,8 \times 4 = 4,4$, dus 4×4 palletplaatsen per stelling. Bovenaan is dit $14,3-2,5-3 = 8,8$ m wat gelijk staat aan $8,8/3,8 \times 4 = 9,3$, dus 9×4 palletplaatsen per stelling. Het aantal stellingen dat kleiner is, is gelijk aan $(36,7-27,4)/1,2 = 7,75$, dus 8 stellingen. Dit brengt dus een totaal van $8 \times 4 \times 4 + (28-8) \times 9 \times 4 = 848$ palletplaatsen. Dit staat gelijk aan $848/16 = 53$ standaard stellingen. Daarnaast is er nog $14,3 - 3,8/4 \times 9 - 3 = 2,75$ m over waar $2,75/1,2 = 2,3$, dus 2 stellingen verticaal inpassen. Deze worden volgens het basisontwerp toegevoegd aan scenario 3. Dit zijn in totaal 10 stellingen. Zoals eerder aangegeven, moeten hier minimaal 12 vaste stellingen staan. Om dit te realiseren kunnen op het uiteinde van de verrijdbare stelling 2 vaste stellingen worden gezet.

Deze kunnen wel mee profiteren van het gangpad van de verrijdbare stelling, maar hoeven zelf niet te bewegen.

Er zal nu worden gekeken naar het totaal plaatje, gaten die opgevuld kunnen worden en hoe de steunpaal invloed heeft op het ontwerp. Allereerst zijn twee stellingen geplaatst links van “Olie in tanks”. Daarnaast zijn onderaan vak 2 twee kleine stellingen verlengd naar grote stellingen. Er kunnen rechts van de steunpaal twee verrijdbare stellingen als vaste stellingen staan. Dit zorgt voor een totaal van 28 stellingen in plaats van 30 stellingen in vak 2. De indeling die hieruit voortkomt is weergegeven in figuur 5.4 en heeft een totale capaciteit van $8 + 28 \times 6/4 + 18 + 22 \times 9/4 + 18 = 135,5$ standaard stellingen. Voor de dubbeldiepe stellingen geldt hetzelfde als bij scenario 1: het uitgangspunt is 5 % minder opslagcapaciteit doordat er 1 SKU per “rij” kan worden opgeslagen. In praktijk is de opslagcapaciteit $16 \times (0,95 \times (8 + 18 + 18) + 28 \times 6/4 + 22 \times 9/40) = 2132,8$ palletplaatsen.



Figuur 5.4: Het nieuwe ontwerp bij het gebruik van stellingen met combitrucks in combinatie met verrijdbare stellingen

Bijlage 6: Financieel

In deze bijlage worden alle berekeningen gedaan met betrekking tot de financiële analyse voor de scenario's. Voor alle scenario's wordt gekeken naar de initiële investering, de netto contante waarde en de terugverdientijd. Hieronder volgen eerst de drie bijbehorende definities, waarna de drie subcriteria verder worden toegelicht.

Initiele investering = investering gemaakt op het moment $t=0$

Netto contante waarde = de waarde van de verwachte inkomende en uitgaande cashflows op $t=0$

$$\text{Netto contante waarde (NCW)} = CW_0 + \sum_{t=1}^5 \frac{\text{Cashflow}_t}{(1+i)^t}$$

$t = 1, 2, 3 \dots \text{jaren}$

$i = \text{rentevoet}$

Terugverdientijd = het aantal gehele jaren totdat de netto contante waarde van de cashflows groter is dan de investering.

Initiële investering

De initiële investering is een schatting gebaseerd op gegevens verkregen van het intern transportbedrijf Kompactor. Deze gegevens zijn weergegeven in tabel 8.1. De initiële investering is voor scenario 1 gelijk aan €163.231,99, voor scenario 2 gelijk aan €284.295,79 en voor scenario 3 gelijk aan €689.283,69. In tabel 8.2 staan de benodigde aantallen van de verschillende materialen waarna in tabel 8.3 de kosten van deze aantallen zijn weergegeven per scenario. Bij het berekenen van de stellingkosten is een schatting gemaakt van het aantal liggers, waarbij in vak 1 en 2 vier lagen pallets (dus 3 x 2 liggers) worden opgeslagen en in vak 3 en 4 drie lagen pallets (dus 2 x 2 liggers). Het materiaal van de stellingen dat in de huidige situatie in het magazijn aanwezig is, is niet meegerekend in de begrote investering. In tabel 8.4 zijn alle kosten van de initiële investering weergegeven. Bij pallet-handling is gerekend met de aanschaf van 3 trucks. Bij de combi-truck is daar nog 1 inductiekast en 150 m draad bij opgeteld. De benodigde cursus voor het gebruik van de trucks is een schatting naar aanleiding van de prijzen gegeven door HTC-Opleidingen.

Gegevens verkregen van Kompactor

kosten	Euro
<i>Stellingen</i>	
ligger	€ 45,00
juk	€ 95,00
aanrijbeschermer	€ 100,00
aanrijbeschermer hoek	€ 200,00
vloer anker	€ 1,00
Prijs onderdrager per stelling	€ 8.000,00
rails stelling (per meter)	€ 115,00
kleine onderdelen	8 %
<i>Palletverwerking</i>	
Tele-reachtruck	€ 36.000,00
combitruck	€ 70.000,00
montage	12%
inductiekasten (voor combitrucks)	€ 6.000,00

Inductiedraad (per meter)

€ 14,00

Tabel 8.1: Gegevens verkregen van Kompactor

Extra stellingen(materiaal al beschikbaar vanuit huidige stellingen niet meegerekend)	# stuks	vak 1	vak 2	vak 3	vak 4
scenario 1	ligger	42	168	164	48
	juk	11	33	48	15
	aanrijbeschermer	6	12	25	6
	aanrijbeschermer hoek	0	8	12	0
	vloeranker	44	132	192	60
scenario 2	ligger	30	180	164	48
	juk	7	35	52	15
	aanrijbeschermer	6	25	25	10
	aanrijbeschermer hoek	4	12	12	4
	vloeranker	28	140	208	60
scenario 3	ligger	42	252	156	48
	juk	11	112	164	15
	aanrijbeschermer	6	0	25	6
	aanrijbeschermer hoek	4	0	12	0
	vloeranker	44	0	48	60
	onderdrager	0	28	22	0
	rails	0	100	100	0

Tabel 8.2: Benodigde onderdelen

Kosten materiaal		vak 1	vak 2	vak 3	vak 4
In Euro (€)					
scenario 1	ligger	1.890,00	7.560,00	7.380,00	2.160,00
	juk	1.045,00	3.135,00	4.560,00	1.425,00
	aanrijbeschermer	600,00	1.200,00	2.500,00	600,00
	aanrijbeschermer hoek	-	1.600,00	2.400,00	-
	vloeranker	44,00	132,00	192,00	60,00
	kleine onderdelen	286,32	1.090,16	1.362,56	339,60
	Totaal	€ 41.561,64			
	Montage	€ 4.987,40			
scenario 2	ligger	1.350,00	8.100,00	7.380,00	2.160,00
	juk	665,00	3.325,00	4.940,00	1.425,00
	aanrijbeschermer	600,00	2.500,00	2.500,00	1.000,00
	aanrijbeschermer hoek	800,00	2.400,00	2.400,00	800,00
	vloeranker	28,00	140,00	208,00	60,00
	kleine onderdelen	275,44		1.394,24	435,60
			1.317,20		

	Totaal Montage	€ 46.203,48			
		€ 5.544,42			
scenario 3	ligger	1.890,00	11.340,00	7.020,00	2.160,00
	juk	1.045,00	10.640,00	15.580,00	1.425,00
	aanrijbeschermer	600,00	-	2.500,00	600,00
	aanrijbeschermer hoek	800,00	-	2.400,00	-
	vloeranker	44,00	-	48,00	60,00
	kleine onderdelen	350,32	-	2.203,84	339,60
	onderdrager	-	224.000,00	176.000,00	-
	rails	-	11.500,00	11.500,00	-
	Totaal Montage	€ 485.804,16			
		€ 58.296,50			

Tabel 8.3: Kosten materiaal per scenario

<i>Investering</i>	scenario 1	scenario 2	scenario 3
Stellingen	41.561,64	46.203,48	485.804,16
Pallet-handling	108.000,00	218.100,00	108.000,00
Cursus pallet-handling (10 pers.)	910,00	910,00	910,00
WMS/WCS			1.950,00
Verlichting			1.500,00
Montage	4.987,40	5.544,42	58.296,50
Onvoorziene kosten (5%)	7.772,95	13.537,89	32.823,03
Totaal investering	163.231,99	284.295,79	689.283,69

Tabel 8.4: De initiële investering

Netto Contante Waarde

De netto contante waarde is gebaseerd op de initiële investering, de verwachte inkomende cashflows, de rentevoet (i) en de periode (in jaren) waarop de investering wordt beoordeeld (t). De rentevoet (i) is bepaald in overleg met de CFO (Chief Financial Officer) en is vastgesteld op 4%. De periode waarop de investering wordt beoordeeld (t) is bepaald in overleg met de directie en is 5 jaar. De initiële investering is hierboven behandeld en zal hier niet nader worden toegelicht. De verwachte inkomende cashflows zijn afkomstig uit een besparing op orderpicktijd en minder kosten door beperking van de externe opslag. De besparing op externe opslag bestaat uit huidige externe opslag en externe opslag bespaard in de komende 5 jaar. De huidige kosten van de externe opslag bedragen gemiddeld €1329,26 per maand voor 153 palletplaatsen, oftewel €15.951,12 per jaar. Details met betrekking tot de externe opslag bij extern opslagbedrijf 2 zijn te vinden in bijlage 9. De overige extra palletplaatsen worden over de jaren opgevuld doordat het bedrijf groeit. Doordat de groei erg onzeker is, is alleen een schatting van de groei de eerste twee jaar gemaakt. Zij verwachten de komende 2 jaar een jaarlijkse groei van 10 %. Ter simplificatie is aangenomen dat 10 % groei ook 10 % groei aan benodigde palletplaatsen betekent. Op dit moment zijn er minimaal 1411 + 153 = 1564 benodigde palletplaatsen. Met de verwachte groei is dit over 1 en 2 jaar respectievelijk 1720 en 1892 benodigde palletplaatsen. Per scenario is gerekend met de gemiddelde jaarlijkse kosten per

palletplaats ($15.951,12/153 = €104,26$ per jaar). Dit betekent dat voor scenario 1 dat $1611 - 1564 = 47$ palletplaatsen worden bespaard op externe opslagplaatsen. Dit is gelijk aan een jaarlijkse besparing van $47 \times 104,26 = €4.900,22$ na het eerste jaar. Voor scenario 1 geldt dus een besparing van €15.951,12 in het eerste jaar en €20.851,34 in het 2^e, 3^e, 4^e en 5^e jaar. Dezelfde berekening is toegepast op scenario 2 en 3 en resulteert voor scenario 2 in een jaarlijkse besparing van €13.762,32 op toekomstige externe opslag. Dit maakt een besparing van €15.951,12 in het eerste jaar en €29.743,44 in de daaropvolgende jaren. Scenario 3 bespaart na het eerste jaar €16.264,56 en na het tweede jaar €34.197,28 op toekomstige externe opslag. Dit betekent dat scenario 3 in het eerste jaar €15.951,12 bespaart, in het 2^e jaar €32.215,68 en in de daaropvolgende jaren €44.664,56. De besparing op orderpicktijd is berekend in bijlage 1 en zal hier niet nader worden toegelicht. De Berekening van de NCW is gemaakt met behulp van de formule gegeven in het begin van deze bijlage. Voor scenario 1 is de NCW gelijk aan:

$$NCW = -163.231,99 + \frac{15.951,12 + 25.065,22}{1,04^1} + \frac{20.851,34 + 25.065,22}{1,04^2} + \frac{20.851,34 + 25.065,22}{1,04^3} + \frac{20.851,34 + 25.065,22}{1,04^4} + \frac{20.851,34 + 25.065,22}{1,04^5} = €36.468,63$$

Voor scenario 2 en 3 wordt dezelfde formule ingevuld wat resulteert in een NCW van respectievelijk - €27.132,09 en - €403.781,76.

Terugverdiëntijd

De terugverdiëntijd is de eerste t waarvoor de NCW positief is. De terugverdiëntijd van scenario 1 is gelijk aan 5 jaar, van scenario 2 aan 6 jaar en van scenario 3 aan 13 jaar.

Bijlage 7: AHP analyse

In deze bijlage worden de paarsgewijze vergelijkingen weergegeven voor het bepalen van de scores en weegfactoren. Allereerst worden de paarsgewijze vergelijkingen per criterium behandeld. Deze vergelijkingen leiden tot de scores van de scenario's per criterium. Daarna wordt gekeken naar de paarsgewijze vergelijkingen per groep criteria die leiden tot de gewichten van de criteria. De CR (consistency rate) geeft de samenhang tussen de beoordelingen aan. De CR moet onder de 10% zijn om het een betrouwbare beoordeling te kunnen noemen. Op het moment dat de CR groter is dan 10% zal de beoordeling worden aangepast. Voor onderstaande analyses geldt dat de CR kleiner is dan 10%.

Paarsgewijze vergelijkingen per criterium

Per criterium wordt in de linker tabel de randschikking met scores weergegeven en in de rechter tabel de paarsgewijze vergelijking. De rechter tabel is uit te lezen als: het rijnummer is x keer beter dan het kolomnummer.

Initiële investering

CR = 7,2 %

	Scenario	Score	Plaats
1	Huidige situatie	45,2%	1
2	Scenario 1	30,4%	2
3	Scenario 2	19,2%	3
4	Scenario 3	5,2%	4

	1	2	3	4
1	1	2,00	3,00	5,00
2	0,50	1	2,00	7,00
3	0,33	0,50	1	6,00
4	0,20	0,14	0,17	1

Netto Contante Waarde

CR = 8,0 %

	Scenario	Score	Plaats
1	Huidige situatie	21,8%	2
2	Scenario 1	61,2%	1
3	Scenario 2	13,1%	3
4	Scenario 3	4,0%	4

	1	2	3	4
1	1	0,20	2,00	8,00
2	5,00	1	4,00	9,00
3	0,50	0,25	1	4,00
4	0,12	0,11	0,25	1

Terugverdientijd

CR = 1,7 %

	Scenario	Score	Plaats
1	Huidige situatie	48,8%	1
2	Scenario 1	30,1%	2
3	Scenario 2	17,1%	3
4	Scenario 3	4,1%	4

	1	2	3	4
1	1	2,00	3,00	9,00
2	0,50	1	2,00	8,00
3	0,33	0,50	1	5,00
4	0,11	0,12	0,20	1

Capaciteit

CR = 3,3 %

	Scenario	Score	Plaats
1	Huidige situatie	3,8%	4
2	Scenario 1	18,5%	3
3	Scenario 2	29,6%	2
4	Scenario 3	48,1%	1

	1	2	3	4
1	1	0,14	0,12	0,11
2	7,00	1	0,50	0,33
3	8,00	2,00	1	0,50
4	9,00	3,00	2,00	1

Toegankelijkheid

CR = 4,7%

	Scenario	Score	Plaats
1	Huidige situatie	5.0%	4
2	Scenario 1	34.9%	2
3	Scenario 2	49.1%	1
4	Scenario 3	10.9%	3

	1	2	3	4
1	1	0,17	0,12	0,33
2	6,00	1	0,50	5,00
3	8,00	2,00	1	4,00
4	3,00	0,20	0,25	1

Zichtbaarheid

CR = 1,4 %

	Scenario	Score	Plaats
1	Huidige situatie	4,1%	4
2	Scenario 1	37,2%	1
3	Scenario 2	37,2%	1
4	Scenario 3	21,6%	3

	1	2	3	4
1	1	0,12	0,12	0,14
2	8,00	1	1,00	2,00
3	8,00	1,00	1	2,00
4	7,00	0,50	0,50	1

Aanpasbaarheid

CR = 0,0 %

	Scenario	Score	Plaats
1	Huidige situatie	32,1%	1
2	Scenario 1	32,1%	1
3	Scenario 2	32,1%	1
4	Scenario 3	3,6%	4

	1	2	3	4
1	1	1,00	1,00	9,00
2	1,00	1	1,00	9,00
3	1,00	1,00	1	9,00
4	0,11	0,11	0,11	1

Herbruikbaarheid

CR = 0,1 %

	Scenario	Score	Plaats
1	Huidige situatie	38,1%	1
2	Scenario 1	38,1%	1
3	Scenario 2	19,6%	3
4	Scenario 3	4,1%	4

	1	2	3	4
1	1	1,00	2,00	9,00
2	1,00	1	2,00	9,00
3	0,50	0,50	1	5,00
4	0,11	0,11	0,20	1

Gevoeligheid voor storingen

CR = 0,1 %

	Scenario	Score	Plaats
1	Huidige situatie	38,1%	1
2	Scenario 1	38,1%	1
3	Scenario 2	19,6%	3
4	Scenario 3	4,1%	4

	1	2	3	4
1	1	1,00	2,00	9,00
2	1,00	1	2,00	9,00
3	0,50	0,50	1	5,00
4	0,11	0,11	0,20	1

Schadegevoeligheid

CR = 0,0 %

Scenario		Score	Plaats
1	Huidige situatie	5,0%	3
2	Scenario 1	45,0%	1
3	Scenario 2	5,0%	3
4	Scenario 3	45,0%	1

	1	2	3	4
1	1	0,11	1,00	0,11
2	9,00	1	9,00	1,00
3	1,00	0,11	1	0,11
4	9,00	1,00	9,00	1

Training personeel

CR = 1,5 %

Scenario		Score	Plaats
1	Huidige situatie	44,9%	1
2	Scenario 1	25,7%	2
3	Scenario 2	25,7%	2
4	Scenario 3	3,8%	4

	1	2	3	4
1	1	2,00	2,00	9,00
2	0,50	1	1,00	8,00
3	0,50	1,00	1	8,00
4	0,11	0,12	0,12	1

Onderzoek naar productindeling

CR = 0,0 %

	Scenario	Score	Plaats
1	Huidige situatie	32.1%	1
2	Scenario 1	32.1%	1
3	Scenario 2	32.1%	1
4	Scenario 3	3.6%	4

	1	2	3	4
1	1	1,00	1,00	9,00
2	1,00	1	1,00	9,00
3	1,00	1,00	1	9,00
4	0,11	0,11	0,11	1

Paarsgewijze vergelijkingen per groep criteria

De groepen zijn de hoofdcriteria en de subcriteria per hoofdcriterium. In totaal is de paarsgewijze vergelijking voor groepen criteria dus 6 keer uitgevoerd. Per groep wordt in de linker tabel de rangschikking met weegfactoren weergegeven en in de rechter tabel de paarsgewijze vergelijking. De rechter tabel is uit te lezen als: het rijnummer is x keer belangrijker dan het kolomnummer.

Hoofdcriteria:

CR = 1,9%

Hoofdcriteria		Gewicht	Plaats
1	Kosten	17,5%	3
2	Prestatie	37,5%	1
3	Flexibiliteit	24,9%	2
4	Betrouwbaarheid	8,0%	5
5	Initiële implementatie	12,1%	4

	1	2	3	4	5
1	1	0,50	0,50	2,00	2,00
2	2,00	1	2,00	4,00	3,00
3	2,00	0,50	1	3,00	2,00
4	0,50	0,25	0,33	1	0,50
5	0,50	0,33	0,50	2,00	1

Subcriteria van de kosten:

CR = 1%

Subcriteria		Gewicht	Plaats
1	Initiële investering	58,8%	1
2	Terugverdientijd	32,3%	2
3	NCW	8,9%	3

	1	2	3
1	1	2,00	6,00
2	0,50	1	4,00
3	0,17	0,25	1

Subcriteria van de prestatie:

CR= 1,9 %

Subcriteria		Gewicht	Plaats
1	Opslagcapaciteit	44,3%	1
2	Toegankelijkheid	38,7%	2
3	Zichtbaarheid	16,9%	3

	1	2	3
1	1	1,00	3,00
2	1,00	1	2,00
3	0,33	0,50	1

Subcriteria van de flexibiliteit:

CR= 0 %

Subcriteria		Gewicht	Plaats
1	Aanpasbaarheid	25,0%	2
2	Herbruikbaarheid	75,0%	1

	1	2
1	1	0,33
2	3,00	1

Subcriteria van de betrouwbaarheid:

CR= 0 %

Subcriteria		Gewicht	Plaats
1	Gevoeligheid voor storingen	33,3%	2
2	Schadegevoeligheid	66,7%	1

	1	2
1	1	0,50
2	2,00	1

Subcriteria van de initiële implementatie:

CR= 0 %

Subcriteria		Gewicht	Plaats
1	Training personeel	50,0%	1
2	Onderzoek naar productindeling	50,0%	1

	1	2
1	1	1,00
2	1,00	1

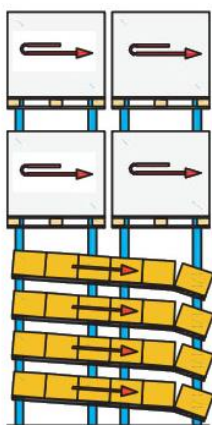
Bijlage 8: Gecombineerde opslagsystemen mogelijk voor de opslag van deksels

In de huidige situatie wordt, voor de producten die in dit onderzoek van belang zijn, alleen gebruik gemaakt van pallets als opslagunit. De deksels staan in de huidige situatie opgeslagen in dozen op pallets, maar door het grote aantal halve pallets kan er ook gekeken worden naar een gecombineerd opslagsysteem.

De beschikbare opslagsystemen zijn gefilterd op bereikbaarheid van de losse dozen, de grijpvoorraad en het gebruik van de hoogte van het magazijn. De twee gecombineerde opslagsystemen die voor Brinkers interessant zijn, zijn inbouw van doorrolframes in een standaard palletstelling en integratie van doorrolframes onder een tweede vloer. In eerste instantie zijn doorrolframes handig bij het pakken van 1 doos. Door de grootte van de productiebatches gaat het bij Brinkers al snel om 3 tot 4 dozen per 1000 kg. In praktijk betekent dit dat er gemiddeld 10 losse dozen tegelijk naar de productie gaan. Hierin zijn de dozen op volle pallets die naar productie gaan niet meegerekend. Door de grote vraag per productiebatch functioneert het gecombineerde opslagsysteem toegepast bij Brinkers dus niet zozeer als systeem met een grijp- en bulkvoorraad, maar de doorrolframes kunnen wel de losse dozen per laag opslaan. Hierdoor is de bovenste laag van de pallets altijd geheel (met 5 dozen) gevuld en kunnen deze zo efficiënt mogelijk, met meerdere gedeeltelijk gevulde pallets per palletplaats, worden weggezet.

Inbouw van doorrolframes in een standaard palletstelling.

In een standaard palletstelling kunnen doorrolframes worden ingebouwd. Met dit systeem kunnen de dozen onderin de stelling, binnen handbereik, worden weggezet en pallets bovenin de stelling als bulkvoorraad. Bij het gebruik van tele-reachtrucks zal de palletindeling er uitzien als in figuur 8.1. De pallets staan twee diep opgeslagen en de dozen worden op banden twee stellingen diep onder de pallets opgeslagen. Bij het gebruik van combitrucks worden de pallets één diep opgeslagen en de dozen worden op banden onder de pallet opgeslagen, zie figuur 8.2. Doordat de dozen LIFO kunnen worden opgeslagen kan zowel de toevoer als afvoer van dozen via dezelfde kant van de stelling plaatsvinden. Aan de achterkant van de stelling hoeft dus geen gangpad te lopen.



Figuur 8.1: Dubbele stellingen bij gebruik van tele-reachtrucks



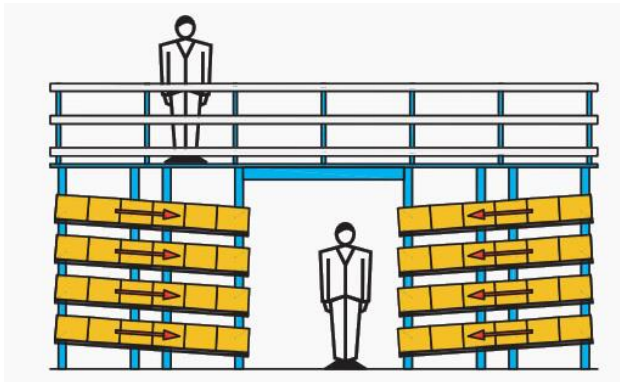
Figuur 8.2: enkele stelling bij gebruik van combitrucks

De verdeling in hoogte tussen doorrolframes en palletplaatsen kan zelf worden bepaald. De doorrolframes moeten op een met de hand bereikbare hoogte worden geplaatst. Doordat de hoogte van de pallets inclusief dozen met deksels circa 2 m is, moeten er meer dan 1 pallet in de hoogte per

stelling worden geplaatst. Er kan dan gekozen worden tussen 2 palletplaatsen voor volle pallets, 2 m hoog, en 2 lagen doorrolframes (tot een hoogte van 100 cm) en 1 palletplaats voor volle pallets, 1 palletplaats voor pallets met halve hoogte en 4 doorrolframes (tot een hoogte van 2 m). De dozen hebben een afmeting van $0.6 \times 0.4 \times 0.4 \text{ m}^3$. Bij gebruik van één standaardstelling kunnen er bij gebruik van doorrolframes 12 dozen per laag opgeslagen worden.

Integratie van doorrolframes onder een vloerconstructie

Doorrolframes kunnen ook worden gebruikt in combinatie met een entresolvloer, zie figuur 8.3. Voor Brinkers is het toepassen van doorrolframes met daarboven een entresolvloer een interessante combinatie, omdat boven de doorrolframes de potten voor achtergehouden voor eventuele kwaliteitscontrole kunnen worden opgeslagen. Een nadeel is dat de bulkvoorraad niet samen met de grijpvoorraad wordt opgeslagen en dat de grijpvoorraad verder van de productie komt te liggen. De ruimte geschikt voor deze combinatie, dat wil zeggen met zo min mogelijk verlies aan capaciteit in stellingen, is de ruimte rechtsboven het laaddock waar in de huidige situatie gereed product en emballage-verpakking is opgeslagen, zie figuur 11 (blz. 26). Dit is een geschikte plek omdat het oppervlak ongeveer overeenkomt met het oppervlak van de huidige ruimte dat beschikbaar is voor de achtergehouden producten voor eventuele kwaliteitscontrole.



Figuur 8.3: Combinatie van doorrolframes en een entresolvloer

Bijlage 9: Extern opslagbedrijf 2

De voorraadniveaus bij extern opslagbedrijf 2 zijn weergegeven in tabellen 10.1 en 10.2. Tabel 10.1 geeft het totale voorraadniveau en tabel 10.2 geeft het voorraadniveau per SKU. Bij extern opslagbedrijf 2 geldt voor alle SKU's dat het op voorraad geproduceerde SKU's zijn. De voorraadniveaus met betrekking tot extern opslagbedrijf 2 zijn op dezelfde manier omgezet als de voorraadniveaus van het eigen magazijn, zie bijlage 3.

De externe opslag bij extern opslagbedrijf 2 is beschikbaar sinds maart 2016 waardoor er alleen gegevens beschikbaar zijn over de maanden maart en april. In maart en april was het gemiddelde aantal palletplaatsen per dag respectievelijk 71 en 153 stuks. Hierbij zijn data van SKU 10 weggelaten omdat dit een eenmalige, tijdelijke opslag was. Deze palletplaatsen worden voor € 0,14 per palletplaats en per dag gehuurd. Daarnaast zijn er nog invoer- en uitvoerkosten van beide €1,65 per pallet. De totale kosten per pallet zijn dus $1,65 \times 2 + 0,14 \times t$, waarbij t gelijk is aan het aantal dagen opslag. De kosten bij extern opslagbedrijf 2 waren in de maand maart € 943,39 en april € 1329,26. De kosten van de maand april worden gebruikt als gemiddelde maandelijkse kosten, omdat maart de opstartmaand was en dit maandbedrag niet de normale invoer-, uitvoer- en opslagkosten representeert.

Voorraad soort	01-2016	02-2016	03-2016	04-2016	Gemiddelde Totaal	Min	Max
Gereed product	-	-	71	153	112	16	196

Tabel 10.1: Het totale voorraadniveau bij extern opslagbedrijf 2

Extern opslagbedrijf 2

SKU	Gemiddelde	Min	Max
SKU 11	23,9	9	32
SKU 12	18,0	3	27
SKU 13	16,6	7	27
SKU 14	9,9	6	15
SKU 15	1,4	0	7
SKU 16	13,0	4	20
SKU 17	27,1	19	36
SKU 18	3,4	1	6
SKU 19	14,0	7	20
SKU 20	9,6	3	17
SKU 21	14,8	0	24
SKU 22	4,0	1	7
SKU 23	9,7	0	12

10.2: Voorraadniveaus bij extern opslagbedrijf 2 per SKU