

BACHELOR OPDRACHT

2014

ONDERZOEK NAAR EEN MEER EFFICIËNTE INRICHTING VAN EEN BESTAAND LOGISTIEK CENTRUM

Werner Haafkes

MANAGEMENT & BESTUUR

TECHNISCHE BEDRIJFSKUNDE

1^e begeleider Universiteit Twente: Dhr. P.C. Schuur

2^e begeleider Universiteit Twente: Dhr. H. Kroon

29-04-2014

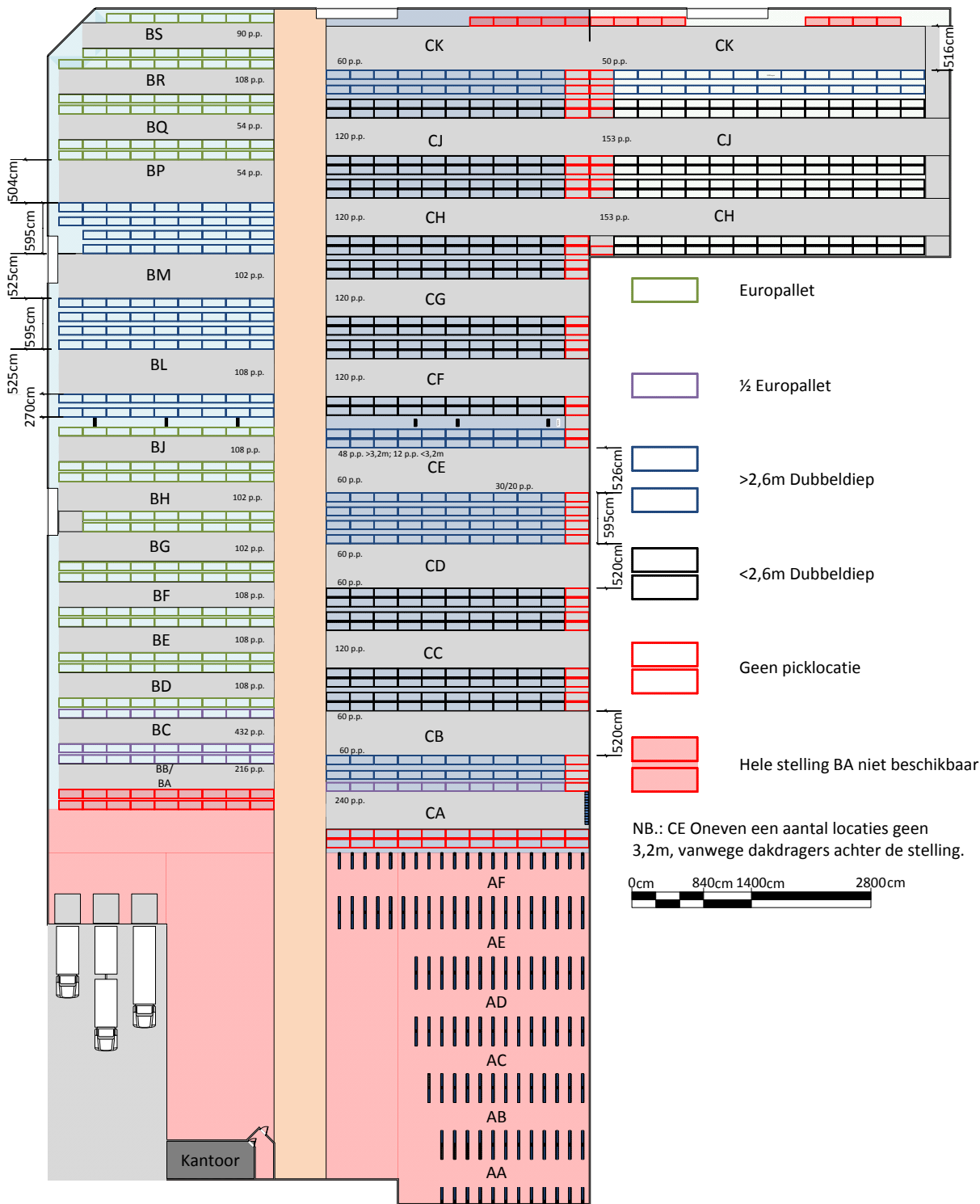
MANAGEMENT SAMENVATTING

In dit onderzoek is er gezocht naar een herontwerp van de lay-out van het logistiek centrum van RaamDec. Hiervoor is eerst de huidige situatie geanalyseerd, waarbij tevens een aantal knelpunten aan het licht zijn gekomen. Vervolgens is er een literatuurstudie uitgevoerd om de kennis van dit onderwerp te vergroten en mogelijke concepten en theorieën aan te dragen. Met de kennis verkregen uit de literatuurstudie is er vanuit twee invalshoeken een herontwerp gemaakt van de lay-out van de magazijnhal. Ten eerste is er vanuit een lege hal ('green field') een compleet nieuwe lay-out getekend. Daarna is er gekeken hoe de lay-out verbeterd kan worden waarbij uitgegaan wordt van de huidige lay-out ('brown field').

Het onderbuik gevoel heerst dat werkzaamheden als onder meer orderpicken niet zo efficiënt verlopen als zou kunnen, omdat veel artikelen waarschijnlijk niet op logische locaties liggen. Ook dreigt er een tekort te komen aan locaties voor artikelen langer dan 2,6 meter. Hier moet een oplossing voor gevonden worden, omdat anders de voorraad voor die artikelen zo klein moet blijven, dat niet snel op de vraag gereageerd kan worden. Tevens werden er relatief veel schades aan die langere artikelen gemeld.

In dit verslag worden drie (her)ontwerpen gepresenteerd die een oplossing vormen voor de hiervoor gestelde problemen. Eerst presenteren we een green field ontwerp, daarna twee brown field herontwerpen. Alle (her)ontwerpen bieden plaats aan meer artikelen langer dan 2,6 meter en de opbouw van de stellingen in die ontwerpen zal het aantal schades doen afnemen. Voor twee van de verkregen ontwerpen (het green field en één van de brown field ontwerpen) bleek het mogelijk om de artikelen goed in zones te verdelen, wat een efficiënt pickcircuit mogelijk maakt voor het orderpicken. Voor één van de brown field ontwerpen bleek de zonering niet zo gunstig. Dit is ook uit een multicriteria-analyse naar voren gekomen en dat alternatief hebben we daarom geschrapt. De twee ontwerpen die er dus nog over waren bleken na het aanwijzen van artikelen aan picklocaties de gemiddelde reisafstand tijdens het orderpicken fors te verlagen. Ten opzichte van de huidige lay-out wordt voor het brown field alternatief een afname in reisafstand van bijna 28% verwacht en voor het green field alternatief zelfs 35%. Voor beide alternatieven wordt een jaarlijkse besparing verwacht van tussen de vijftien- en twintigduizend euro. Er is een investeringsbegroting opgesteld die heeft uitgewezen dat de verwachte investeringskosten voor het brown field alternatief ruim €40.000 bedragen en voor green field alternatief ruim €105.000. De terugverdientijd is voor het brown field alternatief daardoor ongeveer 2,7 jaar en voor het green field alternatief ongeveer 5,7 jaar. Uiteindelijk is er uit een multicriteria-analyse naar voren gekomen dat het brown field alternatief het meest gewenst is en op de korte termijn een goede oplossing biedt voor de huidige en op korte termijn verwachte problemen. Dit heeft vooral te maken met het feit dat we de realiseerbaarheid en de financiële criteria zwaar hebben gewogen ten opzichte van de operationele criteria. We hebben uiteindelijk geconcludeerd dat door de voorgestelde lay-out en invulling van het gekozen (brown field) alternatief te realiseren, het logistiek centrum beter is ingericht,

waarbij het orderpickproces efficiënter kan verlopen. Hieronder is de lay-out te zien van het gekozen alternatief.



Er is ook een implementatieplan opgesteld voor het zo (kosten)efficiënt mogelijk realiseren van het uiteindelijk gekozen ontwerp. Dit stappenplan geeft aan in welke volgorde de verschillende werkzaamheden en verbouwingen het beste kunnen worden uitgevoerd, zodat te allen tijde voldoende materiaal aanwezig is en de normale dagelijkse werkzaamheden zo min mogelijk worden verstoord. Er wordt ook per stap aangegeven wie er verantwoordelijk gesteld moet worden voor het uitvoeren van de desbetreffende stap. In onderstaande tabel wordt dit stappenplan redelijk gedetailleerd weergegeven.

Stap:	Uit te voeren door:	Omschrijving:
1	Kantoorpersoneel	150 liggers bestellen. Goed om mee te beginnen vanwege lange levertijd.
2	Replenishers	Stellingen in gangpad BB, BC, BD, BE zo min mogelijk vullen, omdat deze als een van de eersten worden aangepakt.
3	Replenishers	Locaties in gangpad CE op hoogte 04 en 05 niet replenishen.
4	Replenishers	Locaties in gangpad CD op hoogte 05 zo min mogelijk replenishen.
5	Werkvloerpersoneel	Liggers en legborden weghalen op locaties in gangpad CE op hoogte 04 en 05. Er komen 160 liggers vrij die nodig zijn in de volgende stap.
6	Werkvloerpersoneel	Liggers van de even locaties in gangpad BB opnieuw plaatsen, volgens tekening in Appendix 12.10.1.
7	Werkvloerpersoneel	Liggers van de oneven locaties in gangpad BC opnieuw plaatsen, volgens tekening in Appendix 12.10.1.
8	Werkvloerpersoneel	Artikelen op picklocaties in gangpad BR verplaatsen naar de even picklocaties in gangpad BB en de oneven picklocaties in gangpad BC. Daarna liggers op hoogte 04 en 05 weghalen in gangpad BR.
9	Werkvloerpersoneel	Liggers van de even locaties in gangpad BC opnieuw plaatsen, volgens tekening in Appendix 12.10.1.
10	Werkvloerpersoneel	Artikelen op picklocaties van de oneven locaties in gangpad EA verplaatsen naar de even picklocaties in BC.
11		De volgende stappen kunnen pas uitgevoerd worden zodra de liggers die in stap 1 besteld zijn binnen zijn gekomen.
12	Werkvloerpersoneel	Liggers van de oneven locaties in gangpad BD opnieuw plaatsen, volgens tekening in Appendix 12.10.2
13	Werkvloerpersoneel	Liggers van de even locaties in gangpad BD opnieuw plaatsen, volgens tekening in Appendix 12.10.2
14	Werkvloerpersoneel	Liggers van de oneven locaties in gangpad BE opnieuw plaatsen, volgens tekening in Appendix 12.10.2

15	Werkvloerpersoneel	Liggers van de even locaties in gangpad BE opnieuw plaatsen, volgens tekening in Appendix 12.10.2
16	Werkvloerpersoneel Externe stellingbouwer	Stellingen in gangpad BK, BL en BM leeghalen Stellingen in gangpad BK, BL en BM afbreken
17	Externe stellingbouwer	3,2 meter stellingen opbouwen aan beide kanten in gangpad BL, volgens tekening in Appendix 12.10.4.
18	Werkvloerpersoneel Externe stellingbouwer	Stellingen in gangpad CA(oneven) en CB(even) leeghalen. Stellingen in gangpad CA(oneven) en CB(even) afbreken.
19	Externe stellingbouwer	Stellingen in gangpad CA(oneven) en CB(even) opbouwen, volgens tekening in Appendix 12.10.1 en Appendix 12.10.5.
20	Werkvloerpersoneel	Artikelen op picklocaties in gangpad EA(even) verplaatsen naar gangpad CA(oneven) en de tassels aan het einde van het gangpad plaatsen, volgens tekening in Appendix 12.10.6.
21	Werkvloerpersoneel Externe stellingbouwer	Stellingen in gangpad CK(oneven) leeghalen. Voorste stellingen in gangpad CK(oneven) afbreken. Achterste stellingen laten staan, zodat stellingen enkeldiep worden.
22	Werkvloerpersoneel Externe stellingbouwer	Stellingen in gangpad BN(oneven) leeghalen. Stellingen in gangpad BN(oneven) afbreken.
23	Werkvloerpersoneel Externe stellingbouwer	Stellingen in gangpad BN(even) en BP(oneven) leeghalen. Stellingen in gangpad BN(even) en BP(oneven) afbreken.
24	Externe stellingbouwer	3,2 meter stellingen opbouwen aan beide kanten in gangpad BM en aan de oneven kant van gangpad BP, volgens tekening in Appendix 12.10.4.
25	Werkvloerpersoneel	Liggers weghalen op hoogte 05 in gangpad CD.
26	Werkvloerpersoneel	Liggers waar nodig bij plaatsen in gangpad BF, BG, BH en BJ, volgens tekening in Appendix 12.10.3.
27	Werkvloerpersoneel Externe stellingbouwer	Stellingen in gangpad CD(oneven) en CE(even) leeghalen. Stellingen in gangpad CD(oneven) en CE(even) afbreken.
28	Externe stellingbouwer	Nieuwe 3,2 meter stellingen opbouwen aan de oneven kant in gangpad CD en de even kant in gangpad CE, volgens tekening in Appendix 12.10.5
29	Werkvloerpersoneel Externe stellingbouwer	Stellingen in gangpad CK(even) en DC(even) leeghalen. Stellingen in gangpad CK(even) en DC(even) afbreken.
30	Externe stellingbouwer	Nieuwe 3,2 meter stellingen opbouwen aan de even kant in gangpad CK en de even kant in gangpad DC, volgens tekening in Appendix 12.10.5

VOORWOORD

Voor u ligt het verslag dat het onderzoek beschrijft waar ik de afgelopen maanden mee bezig ben geweest. Het doen van een dergelijk onderzoek is nodig voor het behalen van het bachelorsdiploma, maar de reden dat ik een onderzoek in deze richting heb gedaan is, omdat het me interesseerde. Ik had hiervoor al een voorkeur voor de richting logistiek en dat is tijdens dit onderzoek niet veranderd. Ik ben dan ook blij dat ik mede door een uitzendbureau bij RaamDec ben terecht gekomen en daar dit onderzoek als bachelor opdracht heb kunnen uitvoeren. Ik gebruik in dit verslag de verzonden naam RaamDec, omdat het bedrijf waar ik mijn opdracht heb uitgevoerd liever niet genoemd word in verband met eventuele vertrouwelijke informatie. Tijdens het doen van het onderzoek heb ik veel bijgeleerd en met eigen ogen gezien hoe het er daadwerkelijk aan toegaat in een groot magazijn, zowel op de werkvloer als tijdens management besprekingen. Deze ervaring zal in de toekomst ongetwijfeld waardevol voor me blijken. Ook vond ik het wel prettig om in tegenstelling tot voorgaande projecten dit onderzoek alleen uit te voeren. Je bent zelf volledig verantwoordelijk en kunt alles naar eigen idee invullen. Voor het komen tot een goede opbouw en structuur heb ik natuurlijk wel hulp gehad. Daarnaast heb ik ook goede adviezen en hulpstukken aangereikt gekregen. Mede daarvoor en voor de plezierige en nuttige gesprekken die ik heb gehad wil ik mijn afstudeerbegeleider vanuit de universiteit, Peter Schuur, bedanken. Bij RaamDec heb ik ook veel hulp gehad van met name mijn externe begeleider, die ik daar ook voor wil bedanken. Ik kreeg veel vrijheid in het uitvoeren van mijn opdracht, maar als ik met vragen of problemen zat kon ik hem altijd hiervoor benaderen. Hij heeft mij ook betrokken bij meerdere meetings en laten presenteren voor collega's om mijn ideeën te delen en hier naar mijn mening nuttige discussies over te voeren. Dit was erg leerzaam en leuk voor mij om te doen. Verder wil ik iedereen bij RaamDec bedanken die mij verder geholpen hebben door hun ideeën met mij te delen of mij tijdens hun werk te laten meelopen. Ten slotte wil ik iedereen in mijn privé omgeving nog bedanken voor de interesse die ze hebben getoond in mijn onderzoek.

INHOUDSOPGAVE

Management samenvatting.....	1
Voorwoord	5
Inhoudsopgave.....	6
1 Inleiding.....	10
2 Probleemaanpak.....	11
2.1 Probleemstelling.....	11
2.2 Plan van aanpak.....	13
2.2.3 Huidige situatie analyse.....	13
2.2.4 Knelpunten analyse	13
2.2.6 ‘Green field’ ontwerp	13
2.2.7 ‘Brown field’ ontwerp	13
2.2.9 Implementatie	14
2.3 Deliverables.....	14
3 Huidige situatie.....	15
3.1 Algemeen.....	15
3.2 Het logistiek centrum	15
3.3 Werktuigen	16
3.4 SKU’s.....	17
3.5 Soorten Locaties	17
3.6 Binnenkomende orders.....	18
3.7 Uitgaande orders.....	19
3.8 Pareto.....	20
3.9 ABC-analyse	20
3.10 Logistieke categorieën.....	21
3.11 Voorraadniveau	22
3.12 Samenvatting.....	23
4 Knelpuntenanalyse.....	24

5	Theoretisch kader	27
5.1	Ontwerp methode	27
5.1.1	Baker & Canessa (2009).....	27
5.1.2	Muther (2005).....	28
5.2	Lay-out ontwerp	29
5.2.1	Traditionele warehouse lay-out	29
5.2.2	Cross-aisle lay-out	30
5.2.3	Fishbone lay-out	30
5.3	Gedetailleerde inrichting	31
5.3.1	Tompkins & Smith (1998).....	31
5.3.2	Cube-per-order index (COI)	32
5.4	Discussie.....	32
5.4.1	Criteria.....	32
5.4.2	Beoordeling van theorie	33
5.5	Samenvatting.....	34
6	Mogelijke ‘green field’ oplossing(en)	35
6.1	Programma van eisen	35
6.2	Ontwerp van lay-out.....	37
6.2.1	Vaststellen van transport en opslageenheden	37
6.2.2	Bepalen van procedures en werkwijzen	38
6.2.3	Mogelijke soorten inrichtingen en werktuigen overwegen	38
6.2.4	Mogelijke lay-out (PRA) ontwerpen	38
6.3	Samenvatting.....	43
7	Mogelijke ‘brown field’ oplossing(en).....	44
7.1	Programma van eisen	44
7.2	Evaluatie huidig logistiek centrum.....	45
7.3	Herontwerp lay-out.....	45
7.3.1	PR1	46
7.3.2	PR2	48

7.4	Keuze herontwerp.....	50
7.5	Samenvatting.....	53
8	Afweging van alternatieven.....	54
8.1	Tijdsbesparing orderpicker.....	54
8.1.1	Reisafstanden.....	54
8.1.2	Tijdsverdeling orderpicker	55
8.1.3	Totale besparing orderpicktijd.....	56
8.2	Begroting.....	56
8.2.1	PR2	56
8.2.2	PRA	57
8.3	Terugverdientijd	58
8.3.1	Besparing op orderpicktijd	58
8.3.2	Terugverdientijd	58
8.4	Multicriteria-analyse	59
8.5	Samenvatting.....	61
9	Keuze & implementatie	62
9.1	Toelichting keuze en resultaat	62
9.1.1	Keuze.....	62
9.1.2	Resultaat	62
9.2	Implementatie	64
9.3	Samenvatting.....	70
10	Conclusies & aanbevelingen.....	71
10.1	Conclusie	71
10.2	Aanbevelingen.....	72
11	Referenties.....	73
12	Appendices	74
12.1	Top 100 uitgaande SKU's	75
12.2	Top 100 in- en uitgaande SKU's	76
12.3	ABC.....	77

12.4	Logistieke categorieën.....	78
12.4.1	Oude logistieke categorieën	78
12.4.2	Nieuwe logistieke categorieën.....	79
12.5	Stelling opbouw >2,6m locaties	80
12.5.1	Huidig.....	80
12.5.2	Nieuw	81
12.6	Logistieke categorieën ingevuld in PRA.....	82
12.7	Looproute per alternatief	83
12.8	Begrotingen	86
12.8.1	PR2	86
12.8.2	PRA	86
12.9	Logistieke categorieën ingevuld in PR2.....	87
12.10	Inrichting stellingen per gangpad voor PR2	88
12.10.1	Vooraanzicht locaties BB, BC en CA(oneven)	88
12.10.2	Vooraanzicht locaties BD en BE	89
12.10.3	Vooraanzicht locaties BF, BG, BH en BJ	90
12.10.4	Vooraanzicht locaties BL, BM en BP(oneven)	91
12.10.5	Vooraanzicht locaties CB(even), CD(oneven), CE(even), CK(even) & DC(even) ..	92
12.10.6	Uiteinde gangpad CA tegen de buitenmuur	93

1 INLEIDING

Dit onderzoek vindt plaats in het logistiek centrum van RaamDec, een bedrijf dat wereldwijd toeleverancier is van raamdecoratie. RaamDec levert zowel kant-en-klare producten voor de bouwmarkt als onderdelen voor de assembleur en groothandel in maatwerk. Binnen het logistiek centrum vindt de opslag plaats van producten van de verschillende leveranciers en worden er orders klaargezet voor distributie naar de verschillende afnemers. Er heerst echter het onderbuik gevoel dat bepaalde essentiële werkzaamheden, zoals ‘orderpicken’ lang niet zo efficiënt verlopen als mogelijk is. Dit onderzoek richt zich in het bijzonder op de lay-out en inrichting van het magazijn.

De vraag waar het dus om gaat is of de lay-out van het logistiek centrum logischer kan worden ingericht, zodat onder meer ‘orderpicking’ efficiënter kan worden uitgevoerd. Het management van RaamDec is geïnteresseerd in twee mogelijke benaderingen voor het herinrichten van het logistiek centrum. De eerste benadering is vanuit een ‘green field’ perspectief. Hierbij wordt uitgegaan van een lege magazijnhal. Alleen de buitenmuren van het huidige magazijn worden intact gelaten. Er is vanuit dit perspectief dus geen belemmering door huidige fysieke beperkingen. Dit vereist wel een radicale verandering die hoogstwaarschijnlijk nooit uitgevoerd zal worden, maar kan voor een eventuele toekomstige investering of beslissing in overweging worden genomen of ten minste als bron van inspiratie dienen. De tweede benadering is vanuit een ‘brown field’ perspectief. Er wordt hierbij vanuit het huidige magazijn naar een verbetering gezocht. Er zullen dus geen radicale veranderingen nodig zijn om de verkregen oplossing te realiseren. Het vinden van een gewenste oplossing is een iteratief proces. Iedere keer als er een oplossing verkregen is en er weer nieuwe verbeterpunten aan het licht komen, wordt er weer een nieuwe oplossing ontworpen. Een aantal van die tussen oplossingen zal in dit verslag opgenomen worden. Om aan te tonen dat de verkregen laatste oplossing gewenst is, wordt er gekeken naar de besparing in loopafstand van een representatieve order, wat direct invloed heeft op de tijd die het orderpicken in beslag neemt. Ook moet de oplossing voldoen aan bepaalde capaciteitseisen en dergelijke. Zodra een gewenste oplossing bereikt is, wordt er een implementatieplan gemaakt. Hierin staat een advies beschreven wat betreft de volgorde waarin veranderingen doorgevoerd kunnen worden en de benodigdheden die hier bij komen kijken.

2 PROBLEEMAANPAK

In dit hoofdstuk wordt de richting van het onderzoek bepaald. Ten eerste worden in hoofdstuk 2.1 de onderzoeksvragen geformuleerd waarop we middels dit onderzoek het antwoord willen vinden. Vervolgens wordt er in hoofdstuk 2.1 een plan van aanpak opgesteld die beschrijft welke stappen er gevolgd kunnen worden om tot het antwoord van de onderzoeksvragen te komen. In hoofdstuk 2.3 wordt ten slotte opgesomd wat de af te leveren resultaten zijn van dit onderzoek. Aan de hand van die lijst kan achteraf worden geëvalueerd of die gewenste resultaten zijn gerealiseerd.

2.1 PROBLEEMSTELLING

De probleemformulering bestaat uit een alles omvattende hoofdvraag en drie subhoofdvragen om het onderzoek in te delen. Bij de subhoofdvragen worden een aantal subvragen geformuleerd om het onderzoek te leiden. De nummers van de subhoofdvragen komen overeen met de nummers van de hoofdstukken waarin de desbetreffende vraag wordt behandeld.

De centrale hoofdvraag luidt:

“Hoe kan de lay-out van het logistiek centrum van RaamDec beter worden ingericht, zodat ‘replenishment’ en ‘orderpicking’ efficiënter kunnen verlopen, met inachtneming van bestaande regels en voorschriften?”

Voordat er aan een toekomstige situatie gedacht kan worden, moet eerst de huidige situatie in kaart gebracht worden. Hierbij wordt gekeken naar wat er momenteel fysiek aanwezig is en wat er op basis van data over de afzet benodigd is aan locaties. Daartoe hebben we de volgende subhoofdvraag opgesteld:

3. *“Hoe ziet de huidige situatie eruit in het logistiek centrum van RaamDec?”*

- a. *“Wat is de huidige lay-out van het logistiek centrum?”*
- b. *“Welke soorten locaties zijn er beschikbaar binnen het logistiek centrum?”*
- c. *“Hoeveel van die locaties zijn er beschikbaar binnen het logistiek centrum?”*
- d. *“Welke categorieën en aantallen producten moeten er opgeslagen worden?”*
- e. *“Hoeveel van alle soorten locaties zijn er vereist om deze producten te kunnen stallen?”*
- f. *“Welke artikelen zouden er op basis van een logistiek verantwoorde onderbouwing een picklocatie moeten hebben?”*
- g. *“Zijn er dominante orders aan te wijzen en zo ja welke?”*

Nadat de huidige situatie in kaart is gebracht is het van belang om te weten welke problemen/knelpunten er geïdentificeerd kunnen en worden en wat de oorzaken en gevolgen daarvan zijn. Daarvoor doen we een knelpuntenanalyse. De volgende subhoofdvraag heeft hier betrekking op:

4. *“Welke knelpunten zijn er momenteel te identificeren in de huidige situatie van RaamDec?”*

Zodra een duidelijk beeld is verkregen van de huidige situatie en haar knelpunten kan er worden gekeken hoe er vanuit deze situatie een nieuwe bereikt kan worden, die zo dicht mogelijk bij de ideale situatie ligt. De vragen over het aantal benodigde locaties herhalen we niet opnieuw. De uitkomsten hiervan worden bij het ontwerpen van een nieuwe situatie wel opgenomen in het programma van eisen. Hieronder volgen er twee subhoofdvragen die betrekking hebben op het bereiken van de nieuwe situatie:

6. *“Hoe zou de logistieke lay-out van het logistiek centrum vanuit een blanco perspectief (green field) kunnen worden ontworpen, waarbij wordt uitgegaan van een lege hal, zodat de beste inrichting kan worden gevonden?”*
- a. *“Welke mogelijkheden en methodologische concepten zijn er voor het ontwerpen van een lay-out voor een nieuw magazijn?”*
 - b. *“Welke mogelijkheden en methodologische concepten zijn er voor het inrichten van een nieuw magazijn?”*
 - c. *“Hoe kan orderpicking en replenishment georganiseerd worden, zodat een hoge efficiëntie kan worden bereikt?”*
 - d. *“Wat zijn de voor- en nadelen van de, aan de hand van de bovengenoemde vragen, gevonden opties?”*
7. *“Hoe zou de logistieke lay-out van het logistiek centrum beter kunnen worden ingericht, waarbij wordt uitgegaan van het huidige magazijn als basis(brown field), zodat implementatiekosten beperkt kunnen blijven?”*
- a. *“Welke mogelijkheden en methodologische concepten zijn er voor het herontwerpen van een lay-out voor een bestaand magazijn?”*
 - b. *“Welke mogelijkheden en methodologische concepten zijn er voor het herinrichten van een bestaand magazijn?”*
 - c. *“Hoe kan orderpicking en replenishment gereorganiseerd worden, zodat de efficiëntie kan worden verhoogd?”*
 - d. *“Wat zijn de voor- en nadelen van de, aan de hand van de bovengenoemde vragen, gevonden opties?”*

Als er nieuwe situaties en hopelijk gewenste situaties zijn bedacht, is het van belang dat er nagedacht wordt over de implementatie daarvan. De laatste subhoofdvraag is daarvoor opgesteld:

9. *“Hoe kan een nieuwe logistieke lay-out geïmplementeerd worden, zodat bestaande werkzaamheden in het logistiek centrum daar zo weinig mogelijk hinder van ondervinden?”*

2.2 PLAN VAN AANPAK

In dit plan van aanpak wordt per onderzoeksvraag beschreven hoe we tot een antwoord op die vraag kunnen komen. De nummers van de hoofdstukken hieronder corresponderen met de nummers van de onderzoeksvragen waarop de aanpak betrekking heeft.

2.2.3 Huidige situatie analyse

De huidige situatie zal ten eerste geanalyseerd worden door visuele analyse binnen het magazijn. We kijken hierbij naar bestaande plattegronden, opslag methodes, soorten werktuigen en werkzaamheden van het personeel. Tevens verzamelen we (aanvullende) informatie door gesprekken met de manager en medewerkers binnen het magazijn. We maken ook een analyse van de beschikbare datasheets die het management van RaamDec ons heeft aangeleverd. Van deze gegevens wordt een samenvatting gepresenteerd in het zogenoemde ‘warehouse profiel’. Welke gegevens er in zo’n warehouse profiel kunnen/moeten worden opgenomen halen we uit het boek ‘Warehouse & Distribution Science’ van Bartholdi & Hackman (2011).

2.2.4 Knelpunten analyse

Op basis van de informatie die we hebben opgedaan tijdens het analyseren van de huidige situatie gaan we op zoek naar knelpunten die we kunnen definiëren. Indien er meerdere knelpunten gevonden zijn, zullen deze worden weergegeven in een ‘probleemkluwen’ die de causale relaties tussen de knelpunten beschrijft. Op die manier wordt er hopelijk een overzicht verkregen die duidelijk maakt waar mogelijkheden voor verbetering zijn en waar tijdens dit onderzoek rekening mee moet worden gehouden.

2.2.6 ‘Green field’ ontwerp

Dit hoofdstuk correspondeert met subhoofdvraag 6 uit de probleemstelling. Voor het bedenken van een oplossing van de gevonden knelpunten en/of het verbeteren van de huidige situatie laten we ons ten eerste zo min mogelijk beïnvloeden door keuzes die eerder zijn gemaakt. Er wordt naar een oplossing gezocht vanuit een lege hal. We zullen zoeken naar geschikte ontwerp methodes en concepten met behulp van een literatuurstudie. Op basis van hieruit opgedane kennis zal een lay-out ontworpen worden. Het ontwerpen van de lay-out wordt een iteratief proces, waarbij meerdere keren vanuit een concept naar verbeteringen wordt gezocht, totdat een gewenst resultaat is bereikt. De concepten worden steeds beoordeeld aan de hand van een programma van eisen en er wordt gekeken of het ontworpen lay-out concept op een logische manier kan worden ingevuld.

2.2.7 ‘Brown field’ ontwerp

Naar aanleiding van subhoofdvraag 7 zullen we naar verbeteringen zoeken vanuit de huidige situatie. In hoofdstuk 3 en 4 wordt zoals gezegd gekeken waar verbeteringen mogelijk en/of noodzakelijk zijn. Om die bevindingen te bevestigen zullen we eerst een programma van eisen opstellen die is aangepast op het ‘brown field’ perspectief. Daarna vergelijken we dat programma van eisen met de huidige situatie.

Zo wordt het duidelijk hoeveel verbetering er op bepaalde punten nodig is. Hier halen we ook uit waar we overschotten hebben van ruimte of aantallen locaties, zodat het duidelijk wordt waar we tekorten in overige delen van het magazijn kunnen gaan opvangen. Zodra we het hiervoor genoemde duidelijk hebben zullen we een aantal herontwerpen van de lay-out gaan tekenen. Dit is net als vanuit het green field perspectief een iteratief proces waarbij meerdere keren naar nieuwe verbeteringen wordt gezocht. De uiteindelijk verkregen herontwerpen zullen worden vergeleken en beoordeeld aan de hand van een multicriteria-analyse.

2.2.9 Implementatie

Ter beantwoording van de laatste subhoofdvraag zullen we een implementatieplan opstellen in de vorm van een stappenplan. We zullen verschillende stappen gaan omschrijven die uitgevoerd moeten worden, om tot een realisatie van het uiteindelijk verkregen herontwerp te komen. Per stap bepalen we de benodigdheden, zoals het aantal liggers en staanders. We proberen daarna tot een volgorde van die stappen te komen, waarbij er bij iedere stap voldoende benodigd materiaal en ruimte beschikbaar is. We kunnen bijvoorbeeld niet eerst hele stellingen gaan bij bouwen, zolang er niet voldoende vrije liggers voor handen zijn. Er zullen dan eerst ergens liggers vandaan moeten worden gehaald of er moeten eerst stellingen worden afgebroken. We zullen tevens per stap aangeven wat de actoren zijn, ofwel wie de desbetreffende stap dient uit te voeren.

2.3 DELIVERABLES

Hieronder staan de beoogde af te leveren resultaten aan het management van RaamDec.

- Overzicht en data van huidige situatie in het logistiek centrum met gedetecteerde knelpunten.
- Theoretisch raamwerk die wetenschappelijke theorieën en concepten toereikt die gebaseerd zijn op het (her)ontwerpen van een magazijn en wat daar verder bij komt kijken.
- Aantal nieuwe ontwerpen van mogelijke magazijn lay-outs.
- Beoordeling van de verkregen ontwerpen.
- Afweging tussen die ontwerpen, ondersteund door wiskundige en financiële cijfers.
- Advies voor het maken van een keuze.
- Implementatieplan voor het aanbevolen ontwerp.
- Overige aanbevelingen

3 HUIDIGE SITUATIE

Ter beantwoording van de eerste onderzoeksvraag beschrijven we in dit hoofdstuk de huidige situatie in de vorm van een warehouse profiel die mede gebruikt wordt voor het beantwoorden van de volgende onderzoeksvragen. Er zijn verschillende afbeeldingen, tabellen, grafieken en overige getallen die een beter inzicht over het logistiek centrum verschaffen. In dit hoofdstuk wordt er een samenvatting van die gegevens gegeven. Voor de volledige tabellen en sheets wordt verwezen naar de Appendices.

3.1 ALGEMEEN

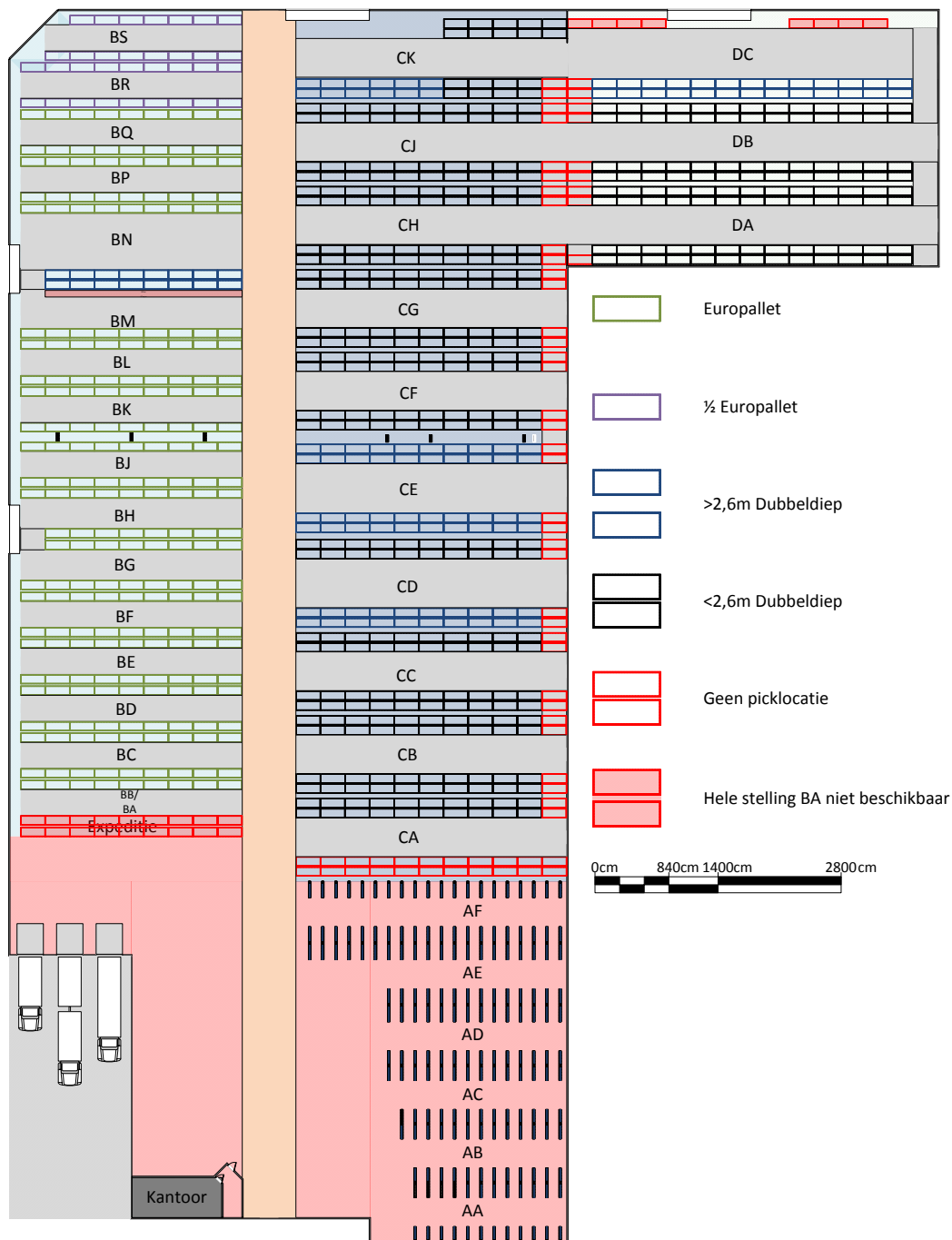
RaamDec is een internationale onderneming die wereldwijd raamdecoratie levert, van kant-en-klare producten voor de bouwmarkt tot losse onderdelen voor de assembleur en groothandel in maatwerk. De producten van RaamDec worden in de plaats waar het bedrijf is opgericht ontwikkeld en de productie van de onderdelen wordt uitbesteed.

3.2 HET LOGISTIEK CENTRUM

Het Logistiek centrum, dat in jaar x is gebouwd, is meer dan 10.000m² groot en daar geschiedt de op- en overslag van de producten die worden verhandeld. Binnen het logistiek centrum zijn zes systeemmagazijnen te onderscheiden.

1. 'RD3', het hoofdmagazijn, waar orderpicking en normale opslag plaatsvindt.
2. Een ruimte waar producten staan voor 'Inspectie'.
3. 'Retouren'
4. Afgekeurde producten
5. Incourante producten
6. Samples/proefstukken

De opslagsystemen van de verschillende systeemmagazijnen bestaan uit standaard magazijnstellingen en draagarm(cantilever-)stellingen voor lange onderdelen. Er zijn stellingen neergezet voor standaard europallets en er zijn stellingen dubbeldiep opgesteld, zodat ze geschikt zijn voor langere producten tot 2,60 meter. Er worden ook langere producten dan 2,60 meter opgeslagen, door ze wat over te laten steken. Hier zijn enkele bredere gangpaden voor gecreëerd, zodat de reachtrucks nog voldoende ruimte hebben om te manoeuvreren. De draagarmstellingen zijn gedeeltelijk ook geschikt voor dubbeldiep opslaan. De lengtes van de armen zijn hier langer dan 1,60 meter. De ruimtelijke indeling is te zien op de volgende pagina in Figuur 3-I.



Figuur 3-I

De in- en uitslag van goederen gebeurt in een zogenoemde U-vorm. Ontvangsten en verzendingen geschieden aan dezelfde zijde van het gebouw.

Normaal gesproken is er 10 fte beschikbaar op de werkvloer, waarvan er 5 ingezet worden op orderpicken. De overige worden ingezet op replenishment, controle, verpakken, laden en lossen.

3.3 WERKTUIGEN

Voor het replenishen en verplaatsen van de onderdelen in en uit de voorraad wordt gebruik gemaakt van reachtrucks. Deze zijn geschikt voor gebruik in magazijnen met smallere gangpaden, waardoor ruimte in het magazijn efficiënter gebruikt kan worden. De gewone reachtruck is vanaf het achterste punt tot aan de voorkant van de mast 1,5 meter lang. Deze lengte inclusief de lengte van het onderdeel dat ermee vervoerd wordt bepaalt hoe breed de gangen minimaal moeten zijn. Er is ook een vierweg reachtruck aanwezig waarmee het mogelijk is om lange onderdelen zijwaarts door de gangen te verplaatsen. Voor het orderpicken worden er elektronische palletwagens gebruikt.

3.4 SKU's

Voor de verschillende artikelen wordt in dit verslag de term SKU ('Stock Keeping Unit') gebruikt. Het aantal SKU's zijn het aantal unieke artikelen in het logistiek centrum. In het eerste half jaar van 2013 zijn er in totaal 6278 SKU's in of uit voorraad gegaan. Er nog 1291 SKU's in voorraad, die in het eerste half jaar van 2013 niet zijn aangeraakt. Het zal echter niet van belang zijn deze verder te onderzoeken, omdat de focus vooral ligt op de SKU's met een hoge doorloopsnelheid. Er moet alleen rekening mee worden gehouden dat ze wel opslaglocaties in beslag nemen. De overige waarden zijn te vinden in Tabel 3-i.

Tabel 3-i

Totaal #SKU in/uit	6278
#SKU in	3139
#SKU uit	6153

3.5 SOORTEN LOCATIES

De soorten locaties zijn eerst te onderscheiden in:

- Palletlocaties: Deze locaties zijn bestemd voor pallets van 80cm breed en uiteenlopende lengtes. Hier worden lengte materialen en volle dozen geplaatst, afhankelijk van de diepte van de locatie.
- Legbordlocaties: Hier kunnen kleine hoeveelheden onderdelen per stuk uit een doos of bakje gehaald worden.

Binnen de palletlocaties wordt er onderscheid gemaakt tussen picklocaties en opslaglocaties. De picklocaties zijn de locaties onder hoogte niveau 6. Hier kunnen de orderpickers rechtstreeks onderdelen uit verzamelen, zonder dat er een heftruck of reachtruck nodig is. Een hoogte niveau zegt niet op welke hoogte een locatie exact zit, ze dienen slechts om de locatie te benoemen in het WMS. In het ene gangpad kan een locatie met bijvoorbeeld hoogte niveau 6 dus best 20 cm hoger zitten dan een locatie met hetzelfde hoogte niveau in een ander gangpad.

Vanwege de verschillende afmetingen van de SKU's worden de palletlocaties verder opgedeeld in onderstaande locaties. Alle locaties zijn circa 90cm breed.

- 'Europallet' locaties, voor SKU's op standaard europallets.
- 'dd >2,6m' locaties, voor SKU's langer dan 260cm, waarbij dd staat voor 'dubbeldiep'.
- 'dd ≤2,6m' locaties, voor SKU's korter dan of gelijk aan 260cm.
- 'scr >2,6m' locaties, voor SKU's van categorie LK200 langer dan 260cm.
- 'scr ≤2,6m' locaties, voor SKU's van categorie LK200 korter dan of gelijk aan 260cm.

Tot categorie LK200 behoren 'screens', vandaar de gekozen afkorting 'scr' voor het aanduiden van de locatiesoort. De screens worden niet op de normale 'dubbeldiep' locaties geplaatst, doordat ze op bredere pallets liggen en er dus maar 2 pallets kunnen staan, op een plaats waar van andere categorieën er 3 kunnen staan. Meer informatie over de logistieke categorieën volgt later.

Dan zijn er nog de locaties op de draagarmstellingen. SKU's die tussen de 320cm en 700cm in zitten worden daar geplaatst. Deze worden in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

3.6 BINNENKOMENDE ORDERS

In Tabel 3-ii staan de gegevens wat betreft de binnenkomende orders.

Tabel 3-ii

Totaal #binnenkomende orders	1139
#dagen waarop er orders zijn binnengekomen	122
Gemiddeld #orders per dag	9,34
Gemiddeld #colli per order	172,44

3.7 UITGAANDE ORDERS

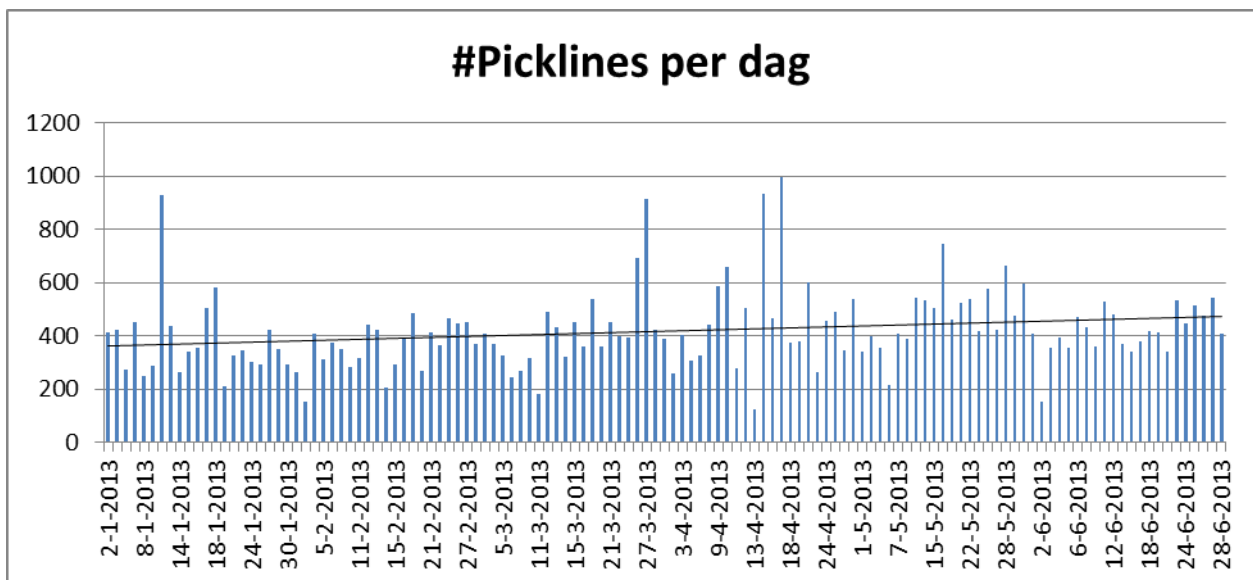
In Tabel 3-iii staan de gegevens wat betreft de uitgaande orders.

Tabel 3-iii

Totaal #uitgaande orders	8935
#dagen waarop er orders zijn uitgegaan	125
Gemiddeld #orders per dag	71,48
Gemiddeld #colli per order	21,77
Gemiddeld #picklines per order	5,84
Gemiddeld #picklines per dag	417,26
Gemiddeld #colli per pickline	3,73

Het valt gelijk op dat er veel meer uitgaande orders zijn dan binnenkomende. Het is dan ook logisch dat de omvang van die uitgaande orders veel kleiner is. Kleine hoeveelheden zorgen voor veel meer handelingen en valt dus meer op te besparen. Daarom wordt de primaire focus gelegd op de uitgaande orders.

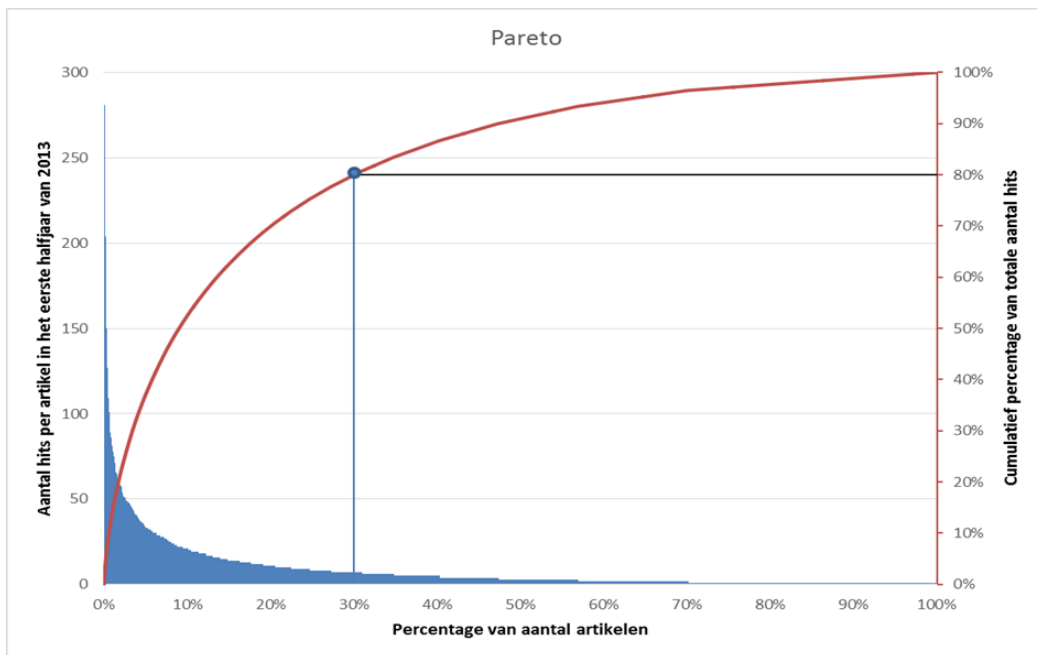
In Figuur 3-II zijn van het eerste half jaar van 2013 de aantal picklines per dag weergegeven. Er is niet een echt zinvol patroon in weer te vinden, maar de trendlijn toont wel een zeer lichte toename in het aantal picklines per dag.



Figuur 3-II

3.8 PARETO

Figuur 3-III geeft een Pareto-diagram weer, waarin te zien is dat relatief een kleine hoeveelheid SKU's in het grootste aantal orders voorkomt. Dit stemt overeen met de algemeen geaccepteerde 80-20 regel, die suggereert dat 80 procent van de activiteit wordt veroorzaakt door 20 procent van de SKU's (Bartholdi & Hackman, 2011). Zoals in Figuur 3-III te zien is ligt deze verhouding in het geval van RaamDec op 80-30. In Appendix 12.1 is een lijst toegevoegd met de 100 populairste uitgaande SKU's. Er is in Appendix 12.2 ook een lijst toegevoegd met de 100 populairste SKU's waarbij binnengekomen orders ook zijn meegenomen. Het verschil met de lijst waarbij alleen uitgaande SKU's zijn meegenomen is echter minimaal. De binnengekomen SKU's hebben dus een kleine invloed op het totaal aantal hits.



Figuur 3-III

3.9 ABC-ANALYSE

Alle SKU's zijn ingedeeld in de groepen A, B en C, al naar gelang de populariteit, afgeleid van het aantal orderregels, in het eerste halfjaar van 2013. In eerste instantie zouden de populairste 20 procent van de SKU's ingedeeld worden in groep A, de volgende 30 procent in groep B en de overige 50 procent in groep C. De grenzen zijn echter verlegd op basis van het aantal orderregels. SKU's waarvoor 12 of meer orderregels waren behoren tot groep A. SKU's waarvoor 4 tot 11 orderregels waren behoren tot groep B. SKU's waarvoor 3 of minder orderregels waren behoren tot groep C. De verdelingen van de Aantal SKU's per groep en het aantal orderregels per groep staan in Appendix 12.3.

3.10 LOGISTIEKE CATEGORIEËN

De producten die in het logistiek centrum worden opgeslagen zijn in verschillende categorieën onder te verdelen. Bij RaamDec heeft men zelf al een goede categorisatie van producten in het WMS opgenomen. Deze zullen ook deels gebruikt worden in dit onderzoek en wellicht iets worden aangepast. De producten worden eerst gecategoriseerd naar productsoort, en daarna naar lengte. In Appendix 12.4.1 is een tabel met de categorieën opgenomen. In Tabel 3-iv is te zien hoeveel hardlopers per logistieke categorie er in het magazijn voorkomen.

Tabel 3-iv

#SKU		A	B	A+B
LK100; Lengtes > 3,2m	>320cm	59	70	129
LK200; Screens	>260cm	14	50	64
	≤260cm	24	79	103
LK300; RF Rollen ≥ 19 cm Ø	>260cm	37	52	89
	≤260cm	101	96	197
LK400; RF Rollen < 19 cm Ø	>260cm	31	10	41
	≤260cm	74	93	167
LK500; RF Cartons	>260cm	8	6	14
	≤260cm	74	199	273
LK600; Plissés	>260cm	11	94	105
LK700; Hout	>260cm	128	149	277
	≤260cm	29	39	68
LK810; Verzamel dozen	≤120cm x 60cm	311	510	821
LK850; Volle dozen	≤120cm x 60cm	265	288	553
LK900; Overig (machines, etc.)	>260cm	0	2	2

De aantallen zijn gebaseerd op de A en B groepen uit de in hoofdstuk 4.9 besproken ABC-analyse. De aantallen in bovenstaande tabel zijn belangrijk voor het bepalen van het aantal picklocaties per locatiesoort. Om een goede efficiëntie te behalen moeten de hardlopers namelijk op picklocaties komen, zodat de artikelen van 80% van de orderregels zo uit een snel bereikbare picklocatie gepakt kunnen worden.

3.11 VOORRAADNIVEAU

De getallen wat betreft het voorraad niveau veranderen voortdurend. Tabel 3-v geeft een representatieve weergave van de voorraad zoals die gemiddeld in het magazijn is. Verderop in het onderzoek nemen we uiteraard de piekvoorraad als uitgangspunt.

Tabel 3-v

Totaal #locaties	10580
Totaal #picklocaties	3565
Totaal #opslaglocaties	7015
#locaties in gebruik	8974
#picklocaties in gebruik	3077
#opslaglocaties in gebruik	5897
#artikelsoorten in magazijn	6135
#artikelen in picklocaties	3439
#artikelen in opslaglocaties	7028
#artikelen pick+opslag	10467

Er is een verschil in het aantal artikelen op locaties en het aantal locaties dat in gebruik is. Dat komt doordat sommige artikelen op meerdere locaties liggen en op sommige locaties verschillende soorten artikelen ligt. Belangrijk is in ieder geval om te weten hoeveel locaties er in totaal gebruikt worden. Dat aantal locaties is dus minimaal noodzakelijk voor het opslaan van alle in het magazijn aanwezige artikelen.

3.12 SAMENVATTING

We zullen nu de huidige situatie nog een keer kort en bondig beschrijven. Het logistiek centrum van RaamDec bestaat uit een magazijn waarin 6 systeemmagazijnen te onderscheiden zijn, waarvan 'RD3' het magazijn is waar de normale opslag en picklocaties zich bevinden.

Alle artikelen liggen op europallets of zelf gecreëerde varianten daarvan (alleen de lengte is aangepast), in kratten of los in dozen of bakjes op legborden en worden uitgezonderd van de artikelen langer dan 3,2 meter in gewone (dubbeldiepe) magazijnstellingen geplaatst. De pallets worden in en uit de stellingen geplaatst met reachtrucks en de orderpickers gebruiken elektronische palletwagens om zich met hun verzamelpallet te verplaatsen.

Er komen per dag gemiddeld ruim 9 orders binnen en die bestaan uit ruim 170 dozen (colli) per order. Er worden dagelijks ruim 70 orders verzonden, die gemiddeld een krappe 22 dozen bevatten. Het aantal orderregels op een dag ligt gemiddeld ruim boven de 400 en dat betekent dat de orderpickers met elkaar meer dan 400 keer per dag een locatie moeten bezoeken om daar een bepaalde hoeveelheid van een artikel te picken.

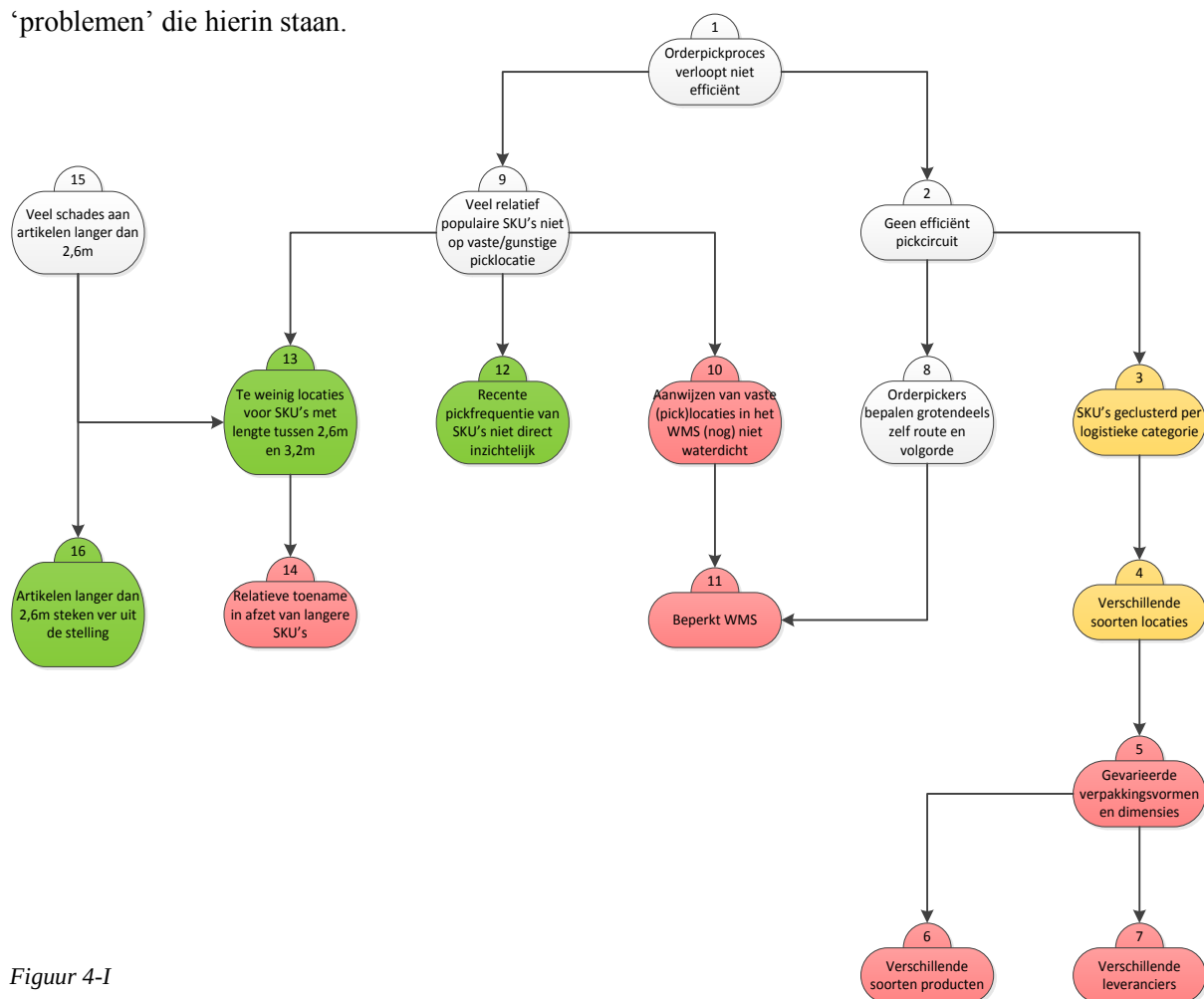
Een PARETO-diagram en ABC-analyse hebben uitgewezen dat 80% van de afzet veroorzaakt wordt door 30% van de SKU's. We hebben mede op basis van dit diagram alle SKU's in het magazijn in categorie A, B of C ingedeeld.

De verschillende SKU's zijn allemaal al ingedeeld in logistieke categorieën die per categorie een LK-code toegewezen hebben gekregen.

Tenslotte heeft het huidige magazijn een capaciteit van ruim 10.500 locaties, waarvan er op het moment van analyseren een kleine 9.000 in gebruik waren. In die locaties zijn 6135 verschillende SKU's te vinden

4 KNELPUNTENANALYSE

Voordat er echt aan een nieuwe situatie gedacht kan worden dient er duidelijk te zijn wat de werkelijke problemen en tekortkomingen zijn binnen het huidige magazijn. Na een periode die vooral gewijd is aan oriënteren, gesprekken voeren en overige manieren van informatie verzamelen bij het logistiek centrum is er duidelijk geworden waar de voornaamste problemen zitten. Deze zijn samen met hun causale verbanden weergegeven in een probleemkluwen. Hieronder is die probleemkluwen weergegeven. De rood gemarkeerde problemen zijn in het kader van dit onderzoek niet mogelijk om aan te pakken. De groene zijn naar verwachting wel op te lossen. Als laatste zijn er nog twee problemen geel gemarkeerd, die in ieder geval extra aandacht verdienen. Onder de kluwen volgt een korte toelichting op alle ‘problemen’ die hierin staan.



Figuur 4-I

1. *Orderpickproces verloopt niet efficiënt:* Dit probleem is gebaseerd op onderbuik gevoel en de reden van dit onderzoek. Het woord ‘probleem’ geeft in dit geval misschien een verkeerd beeld, omdat niets of niemand er echt bewust hinder van ondervindt. Het is in ieder geval een kwestie waar waarschijnlijk veel ruimte is voor verbetering. Het is een (in)direct gevolg van alle hierop volgende problemen.

2. *Geen efficiënt pickcircuit:* Orderpickers lopen bepaalde orders vrij kriskras door het magazijn heen. Hierdoor zijn de loopafstanden groter dan op het eerste gezicht noodzakelijk lijkt.
3. *SKU's geclusterd per logistieke categorie:* Aan SKU's wordt op basis van fysieke gelijkenissen een logistieke categorie label toegekend. Artikelen binnen die categorieën worden grotendeels bij elkaar geplaatst.
4. *Verschillende soorten locaties:* De verschillende logistieke categorieën worden op verschillende soorten locaties geplaatst. Er zijn zes verschillende soorten locaties te onderscheiden. Dit wordt later nader toegelicht.
5. *Gevarieerde verpakkingsvormen en dimensies:* Zoals gezegd worden de SKU's op verschillende soorten locaties geplaatst vanwege hun fysieke eigenschappen. Er zit een behoorlijk grote variatie in de vormen en dimensies van de verschillende SKU's.
6. *Verschillende soorten producten:* De variatie in (verpakkings)vorm en dimensies van artikelen bestaat logischerwijs mede door het gevarieerde assortiment van producten.
7. *Verschillende leveranciers:* Een andere reden voor de verschillende verpakkingsvormen zijn de verschillende leveranciers. Die hebben ook verschillende manieren van verpakken. De ene leverancier verpakt rollen stof bijvoorbeeld in ronde kartonnen buizen die in kratten worden gestapeld, terwijl een andere leverancier deze verpakt in langwerpige vierkante dozen die op pallets worden gestapeld.
8. *Orderpickers bepalen grotendeels zelf route en volgorde:* De orderpickers worden niet voorzien van een vaste efficiënte pickroute die ze moeten/kunnen lopen. Ze krijgen een lijst, met daarop de artikelen gesorteerd per logistieke categorie en locatie. Ze dienen zelf een efficiënte route te bepalen zodat rekening wordt gehouden met stapelvolgorde en afstanden.
9. *Veel relatief populaire SKU's niet op vaste/gunstige picklocatie:* Er zijn vrij veel artikelen die toch regelmatig gepickt worden, maar niet op picklocatie liggen. Meer dan 25% van de orderregels in het eerste halfjaar van 2013 zouden met de huidige ligging van SKU's niet direct vanaf picklocaties gepickt kunnen worden. Deze moeten dan eerst vanuit een opslaglocatie naar een tijdelijke picklocatie verplaatst worden. Dit veroorzaakt weer een extra beweging en dus verlies aan efficiëntie.
10. *Aanwijzen van vaste (pick)locaties in het WMS (nog) niet waterdicht:* In het WMS kunnen wel vaste picklocaties geregistreerd worden, maar alsnog kunnen artikelen dan nog anders geplaatst worden. Dit is erg foutgevoelig en levert bij het plaatsen van een SKU op een willekeurige locatie later problemen op met het replenishen van die locatie. Er is dan geen plaats meer voor het artikel dat er hoort te liggen.
11. *Beperkt WMS:* Het huidige Warehouse Management Systeem beschikt dus niet over de mogelijkheden om een meest efficiënte pickroute op basis van wiskundige modellen aan te sturen. Evenzo geeft het WMS dus geen foutmelding als men een artikel op een locatie wil plaatsen waar al een andere SKU aan is toegewezen.

12. *Recente pickfrequentie van SKU's niet direct inzichtelijk:* Op het moment is er wel een 'demandclass' toegewezen aan de SKU's. Deze is echter niet meer geheel up-to-date. De SKU's zijn verdeeld in 8 klassen, waarbij de laagste waarde is toegewezen aan de populairste SKU's. Er zijn bijvoorbeeld in het eerste halfjaar van 2013, 88 keer langzaamlopers gepickt met demandclass 1 en 185 keer hardlopers gepickt met demandclass 4.
13. *Te weinig picklocaties voor SKU's met lengte tussen 2,6m en 3,2m:* Er zijn een aanzienlijk aantal artikelen die vanwege hun lengte niet in normale dubbeldiepe stellingen passen, omdat ze dan te ver uitsteken. Hier zijn speciale locaties voor gecreëerd waar gangpaden breder zijn, zodat deze hier geplaatst kunnen worden. Er zijn echter niet genoeg picklocaties beschikbaar voor alle hardlopende artikelen. Ook aan opslaglocaties is hier een tekort (Dit wordt verderop in het verslag aangetoond). Dit veroorzaakt tevens veel schades, zie punt 15.
14. *Relatieve toename in afzet van langere SKU's:* De vraag naar langere artikelen wordt steeds groter. In kwartiel 2 in 2013 is het aantal hits van artikelen tussen 2,6m en 3,2m met meer dan 15% toegenomen ten opzichte van kwartiel 1 in 2013. Het aantal verkochte colli is met bijna 10% toegenomen in diezelfde tijd.
15. *Veel schades aan artikelen langer dan 2,6m:* Door het gebrek aan locaties die geschikt zijn voor artikelen die langer zijn dan 2,6m, worden deze vaak op niet geschikte locaties geplaatst. Hierdoor hebben de reachtrucks vaak te weinig ruimte in de gangpaden, waardoor schades onvermijdelijk zijn.'
16. *Artikelen langer dan 2,6m steken ver uit de stelling:* De opbouw van alle dubbeldiepe stellingen zijn eigenlijk gebaseerd op artikelen tot 2,6m. De locaties waar artikelen langer dan 2,6m liggen hebben alleen een breder gangpad, zodat ondanks de oversteek er nog genoeg ruimte voor een reachtruck is om te manoeuvreren. Zo'n manier van opslaan met een vrij grote oversteek is uiteraard behoorlijk schadegevoelig. Tevens is het lastig om producten op locaties boven die uitstekende artikelen in of uit de stelling te plaatsen.

Er komen drie problemen in de kluwen naar voren die in ieder geval aangepakt kunnen worden en dus als kernprobleem worden aangewezen. Dit zijn probleem 12, 13 en 16. Probleem 3 en 4 worden niet direct aangewezen als kernprobleem, maar worden wél meegenomen in de rest van het onderzoek. Ondanks dat ze waarschijnlijk niet echt op te lossen zijn, kunnen ze naar verwachting nog wel belangrijk zijn bij het nemen van bepaalde beslissingen. De probleemkluwen en gevonden kernproblemen dienen in dit geval niet om het onderzoek te leiden, maar om aan te tonen wat verbeterd moet zijn in een eventuele toekomstige situatie. Dus om verwarring te voorkomen moet opgemerkt worden dat de probleemkluwen niet opgesteld is om de probleemstelling te formuleren.

5 THEORETISCH KADER

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de literatuur die naar onze mening van hulp kan zijn in het vervolg van dit onderzoek. Aan het eind van dit hoofdstuk worden de verschillende theorieën en concepten beoordeeld aan de hand van een aantal opgestelde criteria. Aan de hand van die beoordeling wordt bepaald welke theorieën en concepten er gebruikt worden in dit onderzoek.

5.1 ONTWERP METHODE

Als eerste worden er een aantal methodes besproken die helpen volgens een gestructureerde aanpak tot een nieuw warehouse ontwerp te komen.

5.1.1 Baker & Canessa (2009)

Hier bespreken we het stappenplan opgesteld door Baker & Canessa (2009). Zij brengen verschillende hulpmiddelen en technieken ten aanzien van het ontwerpen van een warehouse samen in één raamwerk. De stappen zijn gebaseerd op wat ‘warehouse design companies’ doen. Warehouse design companies zijn bedrijven die in opdracht van andere (startende) bedrijven hun magazijn ontwerpen en inrichten. Bij de verschillende stappen in hun stappenplan verwijzen Baker & Canessa naar literatuur, die de hulpmiddelen en technieken bespreken, die behoren bij het uitvoeren van die stappen.

In Tabel 5-i worden de stappen die relevant zijn voor dit onderzoek bondig toegelicht.

Tabel 5-i

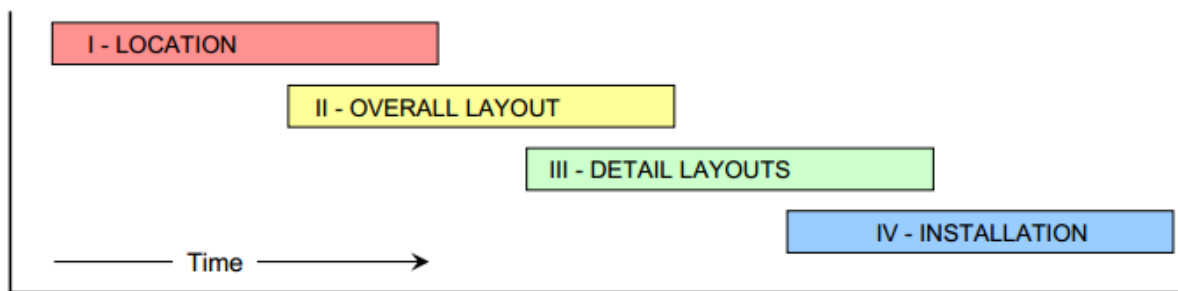
Stappen		Toelichting
1	Systeemvereisten definieëren	Benodigheden en relevante beperkingen voor Bedrijfsstrategie meenemen in plan.
2	Data verzamelen	Allerlei relevante gegeven, zoals aantal orders, producten, afzet, etc overzichtelijk opslaan in bijvoorbeeld excel.
3	Data analyseren	Het inspecteren, opschonen, transformeren en modelleren van data, zodat hier nuttige informatie uit gehaald kan worden.
4	Te gebruiken transporteenheden	Bepalen welke transporteenheden gebruikt worden, door te kijken naar vervoersoort, opslagsoort, ruimtebenutting en dergelijke.
5	Operationele procedures en methoden bepalen	Het ontwerp van een magazijn moet gebaseerd worden op de technologische en economische mogelijkheden van het bedrijf. Als het bedrijf bijvoorbeeld geen invloed heeft op de verpakkingswijze, moet het magazijn zo ontworpen zijn dat er met die huidige verpakkingen gewerkt kan worden.
6	Soorten hulpmiddelen en werktuigen overwegen	Bepalen welke soorten stellingen het meest geschikt zijn voor de te gebruiken transporteenheden en welke werktuigen die het best kunnen behandelen, kijkend naar capaciteit, snelheid, etc.

7	Mogelijke lay-outs voorbereiden	Plattegronden van mogelijke lay-outs maken en met elkaar vergelijken. Verscheidene tekenprogramma's zijn hiervoor beschikbaar.
---	---------------------------------	--

Stappen 1,2 en 3 zijn eigenlijk al gedaan in het beschrijven van de huidige situatie in hoofdstuk 3.

5.1.2 Muther (2005)

De tweede methode die we tijdens dit onderzoek in beschouwing nemen is de 'Systematic Layout Planning' (SLP) van Richard Muther. Hij verdeelt het lay-out ontwerp proces in vier fases zoals te zien is in Figuur 5-I.



Figuur 5-I

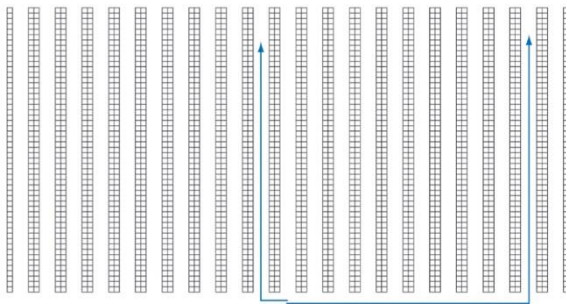
De eerste fase gaat om het bepalen van een geschikte locatie voor het magazijn, rekening houdend met de benodigde ruimte en omliggende invloeden. Fase II en III behoren tot de daadwerkelijk ontwerpfase van de inrichting van het magazijn. In fase II wordt de globale verdeling van zones bepaald en in fase III worden die zones gedetailleerder ingevuld. Tot fase IV behoort het daadwerkelijk implementeren van het verkregen ontwerp. Bijbehorende beslissingen over de hoeveelheid personeel en de soorten werktuigen horen hier bij.

Zoals genoemd horen fase II en III tot de echte lay-out ontwerpfase. Deze worden daarom in wat meer detail besproken. Het bepalen van de globale verdeling van zones gebeurt door het vinden van onderlinge relaties, die bepalen welke gerelateerde artikelen of artikelgroepen bij elkaar moeten komen te liggen. Deze relaties kunnen gebaseerd zijn op verschillende punten die door de ontwerper worden bepaald. Bij het bepalen van de globale verdeling moet ook rekening gehouden worden met de benodigde ruimte per zone, zodat in fase IV niet wordt vastgelopen doordat er te weinig ruimte is om de zone op een gedetailleerder niveau in te vullen. In fase IV wordt gekeken naar de activiteiten binnen de zones. Onder meer de hoeveelheid afzet van artikelen en fysieke eigenschappen van artikelen worden hierin meegenomen om de zones goed in te vullen, zodat de capaciteit goed benut wordt en er uiteindelijk efficiënt gewerkt kan worden.

5.2 LAY-OUT ONTWERP

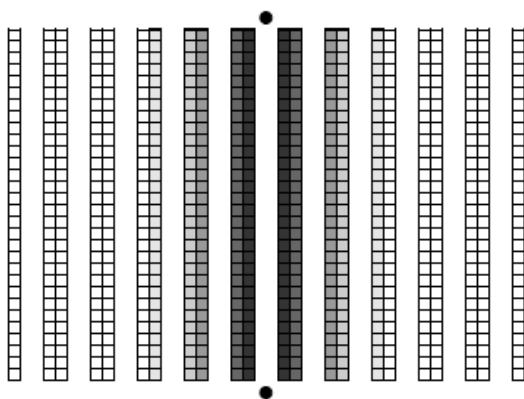
In dit hoofdstuk wordt begonnen met het vergelijken van een aantal soorten gangpadconfiguraties. De alternatieven die hier vergeleken worden zijn de traditionele lay-out, de lay-out met ‘cross-aisle’ en de ‘fishbone’ lay-out. Bartholdi & Hackman (2011) lichten deze gangpadconfiguraties toe in hun boek ‘Warehouse & Distribution Science’.

5.2.1 Traditionele warehouse lay-out



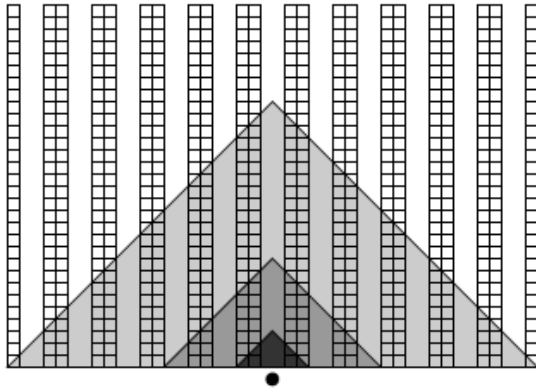
Figuur 5-II

De traditionele warehouse lay-out is vooral zeer efficiënt wanneer er per pickroute een enkele SKU gepickt moet worden. Ook is de capaciteitsbenutting van deze lay-out zeer groot. Deze configuratie komt om die eigenschappen erg veel voor in bestaande warehouses. De gangen liggen parallel met de goederenstroom (vanuit het ontvangst-/verzenddepot) door het magazijn om reistijd te verminderen. Als de in- en uitstroom van goederen aan de uiteinden van het pand plaatsvinden, verloopt de materiaalstroom over de gehele lengte van het pand. In dat geval moeten de hardlopers zo dicht mogelijk bij de kortste route liggen die van het depot voor inslag naar het depot voor uitslag loopt. De onderstaande afbeelding illustreert dit.



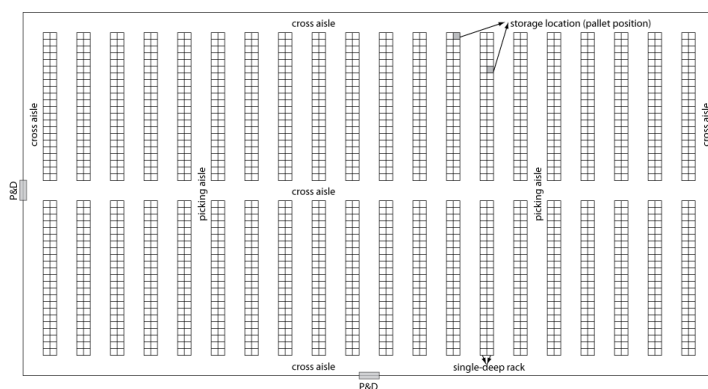
Figuur 5-III

Als in- en uitstroom van goederen aan dezelfde kant van het gebouw plaatsvinden, verloopt de materiaalstroom in een zogenoemde U-vorm. De hardlopers moeten dan dicht bij het depot geplaatst worden om de gemiddelde loopafstand van de orderpickers zo laag mogelijk te maken. Zie Figuur 5-IV.



Figuur 5-IV

5.2.2 Cross-aisle lay-out

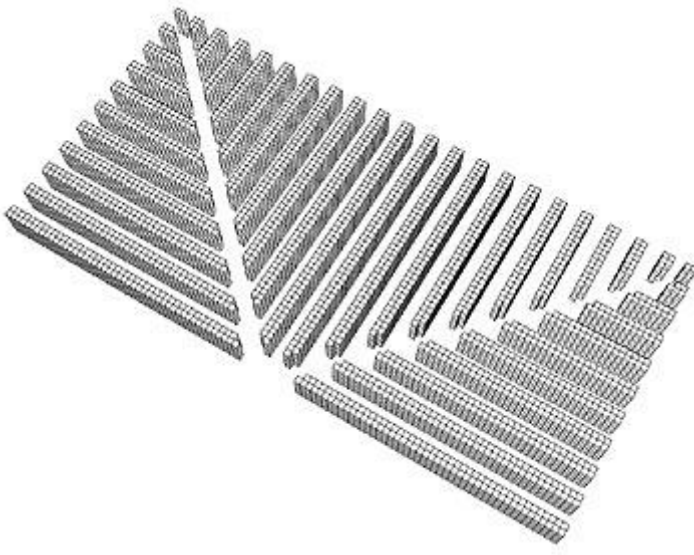


Figuur 5-V

Hierboven staat een alternatief op de traditionele lay-out. Hier is een 'cross-aisle' (dwarsgang) toegevoegd. Als er voor een order verschillende SKU's moeten worden verzameld, kan middels de cross-aisle binnendoor gestoken worden naar een ander gangpad, zonder helemaal terug te reizen naar het begin of einde van het gangpad. Het toevoegen van een cross-aisle gaat echter wel ten koste van de capaciteit van het magazijn. Alle locaties achter de cross-aisle zijn wat betreft de afstand ook verder van de depots in deze lay-out, indien die zich aan de zelfde zijde van het pand bevinden.

5.2.3 Fishbone lay-out

De Fishbone lay-out is het laatste alternatief dat hier besproken wordt. Vanwege de schuine gangpaden vanuit het depot zijn de afstanden naar de locaties in de buitenste delen van het magazijn sterk verminderd. Dit komt de efficiëntie wederom meer ten goede. De capaciteit is echter nog verder afgenomen in vergelijking met de andere 2 gangpadconfiguraties. De structuur van deze lay-out is te zien in Figuur 5-VI.



Figuur 5-VI

5.3 GEDETAILLEERDE INRICHTING

In dit hoofdstuk worden theorieën aan het licht gebracht die gaan over (delen van) de gedetailleerde inrichting van het magazijn. Daarmee bedoelen wij zaken als de allocatie van artikelen aan picklocaties, zonering binnen het magazijn, soorten locaties en stellingen, enzovoorts. We zullen de lay-out filosofieën van Tompkins & Smith (1998) bespreken.

5.3.1 Tompkins & Smith (1998)

Tompkins & Smith(1998) hebben een lay-out planning methodologie opgesteld in hun “Warehouse Management Handbook”. Zij verdelen hun methodologie in twee stappen:

1. Genereren van warehouse lay-out alternatieven.
2. Alternatieven evalueren aan de hand van opgestelde criteria.

De eerste stap is voornamelijk een creatief proces, waarbij rekening moet worden gehouden met de volgende aspecten:

- Definiëren van vaste obstakels, zoals steunpilaren, kantoorruimte, enzovoorts.
- Definiëren van locatie van de ontvangst- en verzenddepots.
- Opslag locaties en werktuigen bepalen, rekening houdend met de benodigde gangpaden.
- Benodigde capaciteit voor het te bewaren materiaal.

Dit proces dient meerdere malen te worden herhaald om tot verschillende alternatieven te komen. Die verschillende alternatieven worden dus geëvalueerd aan de hand van een vooraf opgesteld programma van eisen.

Tompkins & Smith(1998) noemen ook verschillende lay-out filosofieën die dienen als richtlijnen om tot een goede warehouse lay-out en productallocatie te komen. Ten eerste noemen ze de ‘populariteitsfilosofie’, die suggereert dat de populariteit van een SKU bepaalt waar die geplaatst moet worden in het magazijn. De SKU’s met de grootste doorvoersnelheid dienen geplaatst te worden op de locaties die meest efficiënte behandeling mogelijk maken. Dit zijn doorgaans de locaties die zich het dichtst bij het ontvangst/verzend depot bevinden. De tweede filosofie die aangedragen wordt is de ‘similariteitsfilosofie’. SKU’s die vaak samen verzonden/ontvangen worden dienen dicht bij elkaar geplaatst te worden. De derde filosofie is de ‘afmetingfilosofie’, die impliceert dat grote en zware producten dicht bij het ontvangst- en verzenddepot moeten worden geplaatst om de afstand die met deze moeilijker te verplaatsen goederen wordt geminimaliseerd. De afmetingfilosofie benadrukt ook dat de opslaglocatie moet passen bij het materiaal dat er moet worden opgeslagen.

5.3.2 Cube-per-order index (COI)

De cube-per-order index is een veel gebruikte vuistregel binnen de logistiek voor het toewijzen van voorraad aan een locatie. Het is de ratio van de benodigde opslagruimte (cube) van een product ten opzichte van de populariteit van het product (Malmborg & Bhaskaran, 1990). De producten worden op basis van hun COI in toenemende volgorde gerangschikt en diegene met de laagste COI worden dus aan de ‘beste’ locaties toegewezen.

5.4 DISCUSSIE

De gevonden concepten en methodes die we in de drie voorgaande hoofdstukken hebben beschreven zullen nu vergeleken worden aan de hand van een aantal criteria. Op die manier kunnen we alvast bedenken welke we in het vervolg van het onderzoek ook daadwerkelijk gaan gebruiken.

5.4.1 Criteria

De criteria delen we in twee soorten in, namelijk de ontwerpcriteria en de lay-outcriteria. We gebruiken de ontwerpcriteria om de (globale/gedetailleerde) ontwerpmethodes te vergelijken. Voor het kiezen van een geschikte lay-out gebruiken we de lay-outcriteria.

Ontwerpcriteria:

- *OC1 Structuur (OC(x)):*
Er wordt beoordeeld in hoeverre de methode leidt tot een ongeordend of gestructureerd ontwerpproces.
- *OC2 Flexibel:*
Hier wordt gekeken in hoeverre de ontwerper de mogelijkheid heeft de methode aan te passen aan het huidige onderzoek en eigen inzicht.
- *OC3 Aansluiting bij onderzoek:*
In hoeverre is de methode of het concept geschikt voor dit onderzoek?

- *OC4 Complexiteit:*

De complexiteit van de gevonden methode bepaalt hoe ingewikkeld en tijdrovend het is om de desbetreffende methode toe te passen in dit onderzoek.

Lay-outcriteria (LC(x)):

- *LC1 Capaciteit:*

Aan de hand van dit criterium wordt beoordeeld hoe de capaciteit van de verschillende voorgestelde gangpadconfiguraties onderling verschillen.

- *LC2 Routing:*

Middels dit criterium wordt bepaald voor welke gangpadconfiguratie(s) de beste en meest flexibele route kan worden gerealiseerd, wanneer men te maken heeft met uiteenlopende ordergroottes.

- *LC3 Overzichtelijkheid:*

Aan de hand van dit criterium beoordelen we hoe overzichtelijk het magazijn zal zijn voor de orderpickers.

5.4.2 Beoordeling van theorie

In onderstaande tabel geven we de gevonden ontwerpmethodes en lay-outontwerpen een score op basis van de criteria die in het vorige hoofdstukje zijn geformuleerd. Hierdoor krijgen we inzicht in de toepasbaarheid van verschillende methodes/ontwerpen en kunnen we bepalen welke we (waarschijnlijk) zullen gaan gebruiken. Alle criteria worden beoordeeld op een schaal van 1 (zeer negatief) tot 5 (zeer positief).

Tabel 5-ii

	Ontwerpcriteria				Lay-outcriteria			Score
	OC1	OC2	OC3	OC4	LC1	LC2	LC3	
Baker & Canessa (2009)	4	4	5	4				4,25
Muther (2005)	3	5	4	4				4
Traditionele lay-out					5	2	5	4
Cross-aisle lay-out					4	4	5	4,33
Fishbone lay-out					3	5	3	3,67
Tompkins & Smith (1998)	3	4	5	3				3,75
COI	4	2	3	5				3,5

De bovenstaande tabel maakt duidelijk dat alle methodes/concepten goed scoren op de gekozen criteria. Er heerst ook het gevoel dat in sommige gevallen een combinatie van methodes tot het beste resultaat kan leiden. Wij denken namelijk dat de eerste ontwerpfase heel goed uitgevoerd kan worden door een combinatie van het stappenplan van Baker & Canessa met de lay-outplanning methode van Muther. Baker en Canessa scoort op alle criteria erg goed en sluit perfect aan bij dit onderzoek. Het enige wat ontbreekt bij die methode is een duidelijk concept voor het ontwerpen van een warehouse lay-out. De

methode van Muther vult deze tekortkoming van Baker & Canessa perfect op, waardoor we op een gestructureerde en ook systematische manier tot een warehouse ontwerp kunnen komen. Wel moet gezegd worden dat deze methodes voor een verbetering van de huidige lay-out niet geschikt zijn. Ze zullen dus alleen gebruikt worden voor het ‘green field’ ontwerp.

Voor het ontwerpen van een lay-out moest ook een gangpadconfiguratie worden gekozen. We hebben er dus drie met elkaar vergeleken. Voor het ontwerp tijdens dit onderzoek bleek gebaseerd op de gekozen criteria de ‘cross-aisle’ lay-out de beste. Het is een beetje de middenweg tussen de andere twee alternatieven. We achten zowel capaciteit als routing zeer belangrijk, omdat de huidige capaciteit al behoorlijk veel wordt benut. Er kan dus niet veel aan capaciteit worden ingeleverd. Ook is de routing zeer belangrijk, omdat dat het punt is waar juist de winst op moet worden geboekt met dit onderzoek.

Nadat een globale lay-out is ontworpen dient deze nog gedetailleerd te worden ingevuld. We hebben hiervoor twee theorieën met elkaar vergeleken, die van Tompkins & Smith en de Cube-per-Order-Index. Deze twee theorieën scoren vrij verschillend op de gekozen criteria. Waar Tompkins & Smith een wat minder gestructureerde methode voorstelt dan de COI, is de flexibiliteit juist groter. Vanwege het feit dat we met veel verschillende soorten artikelen te maken hebben is juist die flexibiliteit in deze fase van het onderzoek van groot belang. Dat is ook de reden dat de theorie van Tompkins & Smith hoger scoort op het criterium ‘aansluiting bij onderzoek’. We zullen dus meer gebruik gaan maken van de theorie van Tompkins & Smith, maar de COI kan eventueel wel gebruikt worden om bepaalde keuzes voor wat betreft de plaatsing van bepaalde artikelsoorten te beargumenteren.

5.5 SAMENVATTING

In dit theoretisch kader zijn zeven bestaande methodes/concepten vergeleken. Voor de (globale) ontwerpmethode hebben we theorie van Baker & Canessa (2009) en Muther (2005) bekeken. Voor configuratie van de stellingen in het magazijn, oftewel de gangpadconfiguratie binnen de lay-out hebben we drie alternatieven bekeken: de traditionele warehouse lay-out, de cross-aisle lay-out en de fishbone lay-out. Voor de gedetailleerde inrichting van het verkregen lay-outontwerp hebben we de lay-outplanning methodologie van Tompkins & Smith (1998) en de cube-per-order-index bekeken. Uit een multicriteria-analyse is naar voren gekomen dat alle beschreven theorie van waarde kan zijn voor dit onderzoek. Voor de ontwerpmethode voor met name het green field perspectief zal een combinatie van Baker & Canessa (2009) en Muther (2005) gebruikt kunnen worden. Van de gangpadconfiguraties kan er echter maar één gebruikt worden, dit wordt zoals toegelicht is waarschijnlijk de cross-aisle lay-out. Voor de gedetailleerde inrichting zal Tompkins & Smith gebruikt worden.

In het volgende hoofdstuk zal voor het eerst specifiek naar mogelijke oplossing(en) gezocht worden. Dit hoofdstuk wordt volledig benaderd vanuit het green field perspectief.

6 MOGELIJKE ‘GREEN FIELD’ OPLOSSING(EN)

Nu de analyse en literatuurstudie zijn voltooid zijn we beland in de fase waarin er naar de oplossing(en) wordt gezocht. Dit hoofdstuk correspondeert met subhoofdvraag 6. Er wordt gezocht naar een oplossing op basis van een lege hal. Er wordt dus uitgegaan van de bestaande buitenmuren van het huidige magazijn, waarbinnen het ontwerp van de lay-out van de stellingen en gangpaden vanuit niets tot stand komt. Alvorens dat er een tekening van een mogelijke lay-out wordt gemaakt dient er een programma van eisen opgesteld te worden. De nieuwe lay-out moet voldoende capaciteit kunnen bieden voor de verschillende soorten SKU's en moet een verbetering kunnen realiseren ten opzichte van de huidige situatie voor wat betreft de efficiëntie van het orderpickproces.

6.1 PROGRAMMA VAN EISEN

Aan de hand van de data en kennis die tot dusver is opgedaan is het volgende programma van eisen voor een green field oplossing opgesteld:

Tabel 6-i

‘dubbeldiepe >2,6m’ picklocaties	Min 580st.	Zachte eis
	Min 526st.	Harde eis
‘dubbeldiepe ≤2,6m’ picklocaties	Min 780st.	Zachte eis
	Min 705st.	Harde eis
‘europallet’ picklocaties	Min 1060st.	Zachte eis
	Min 964st.	Harde eis
‘screens >2,6m’ picklocaties	Min 70st.	Zachte eis
	Min 64st.	Harde eis
‘screens ≤2,6m’ picklocaties	Min 115st.	Zachte eis
	Min 103st.	Harde eis
‘dubbeldiepe >2,6m’ locaties (totaal)	Min 1585st.	Harde eis
‘dubbeldiepe ≤2,6m’ locaties (totaal)	Min 1980st.	Harde eis
‘europallet’ locaties (totaal)	Min 5840st.	Harde eis
‘screens >2,6m’ locaties (totaal)	Min 200st.	Harde eis
‘screens ≤2,6m’ locaties (totaal)	Min 295st.	Harde eis
Gangpadbreedte ‘>2,6m’ locaties	Min 525cm	Harde eis
Gangpadbreedte ‘≤2,6m’ locaties	Min 440cm	Harde eis
Gangpadbreedte ‘europallet’ locaties	Min 300cm	Harde eis
Significante besparing op loopafstand van een orderpicker		

In *Tabel 6-ii* is weergegeven hoeveel picklocaties er per locatiesoort benodigd zijn om alle hardlopers daar te kunnen plaatsen. Daar zijn de eisen wat betreft het aantal picklocaties op gebaseerd. De hardlopers zijn opgedeeld in categorie A en B als gevolg van de ABC-analyse. We kunnen bijvoorbeeld uit *Tabel 6-ii* halen dat er van de Screens die kleiner zijn dan 2,6m, er 24 hardlopers van categorie A zijn. Er zijn 79 iets minder hardlopende artikelen die in de ABC-analyse zijn toegekend aan categorie B. Kolom A+B geeft de som van kolom A en B en daarmee het aantal artikelen dat op een picklocatie moet komen. Voor de screens $\leq 260\text{cm}$ betekent dit dus dat er $24 + 79 = 103$ picklocaties nodig zijn.

Tabel 6-ii

Locatiesoort	Benodigd			Logistieke categorieën
	A	B	A+B	
Europalletplaatsen	265	288	553	LK850
1/2 Europalletplaatsen	311	510	821	LK810
Dubbeldiepe palletplaatsen $\leq 260\text{cm}$	278	427	705	LK300 LK400 LK500 LK700
Dubbeldiepe palletplaatsen $> 260\text{cm}$	215	311	526	LK300 LK400 LK500 LK600 LK700
Screens $\leq 260\text{cm}$	24	79	103	LK250
Screens $> 260\text{cm}$	14	50	64	LK210

Het totaal aantal benodigde locaties volgens het programma van eisen is bepaald door het huidige aantal bezette locaties te vermenigvuldigen met 1,1 om een marge van 10% te krijgen. Afgerond naar boven komt dit dan neer op 9900 locaties ($8974 \times 1,1 = 9871,4$; zie *Tabel 3-v*). Vervolgens is volgens *Tabel 6-iii* het totaal aantal benodigde locaties verdeeld over de soorten locaties door de percentages te nemen waarin de verschillende artikelen voorkomen, die op de betreffende locatiesoort moet komen te liggen.

Tabel 6-iii

Locatiesoort	#SKU	%	#opslaglocaties	Logistieke categorieën
Europalletplaatsen	3473	59%	5840	LK810 LK850
Dubbeldiepe palletplaatsen $\leq 260\text{cm}$	1168	20%	1980	LK300 LK400 LK500 LK700
Dubbeldiepe palletplaatsen $> 260\text{cm}$	970	16%	1585	LK300 LK400 LK500 LK600 LK700
Screens $\leq 260\text{cm}$	172	3%	295	LK250
Screens $> 260\text{cm}$	113	2%	200	LK210

De vereiste breedte van het gangpad is bepaald door de lengte van een reachtruck inclusief de langste SKU's die in dat gangpad geplaatst worden te verhogen met de langste oversteek die uit de stellingen in dat gangpad te verhogen. Voorbeeld voor 'dubbeldiep >2,6m' locaties:

• Lengte reachtruck achterkant tot voorkant mast:	150cm
• Langste SKU's:	320cm
• Maximale oversteek linker stelling in gangpad:	25cm
• Maximale oversteek rechter stelling in gangpad:	25cm
• <u>Marge:</u>	<u>5cm</u>
Totaal:	525cm

6.2 ONTWERP VAN LAY-OUT

Voor het bedenken van een mogelijke lay-out is het belangrijk om gestructureerd te werk te gaan. Er wordt hier gebruik gemaakt van het stappenplan dat is opgesteld door Baker & Canessa (2009). Zo kan er stapsgewijs tot een ontwerp worden gekomen zonder op de feiten vooruit te lopen en dingen over het hoofd te zien. In het raamwerk van Baker & Canessa (2009) wordt ook naar hulpmiddelen en technieken verwezen die kunnen helpen om het stappenplan goed uit te voeren.

De stappen zullen hieronder, naar gelang de relevantie in dit onderzoek, beknopt of iets uitgebreider worden toegelicht en uitgewerkt. De eerste stappen hebben betrekking op het verkrijgen van data wat in hoofdstuk 4 in principe al is uitgevoerd. Die stappen worden hier niet herhaald.

6.2.1 Vaststellen van transport en opslageenheden

Bijna alle artikelen zullen bij het logistiek centrum opgeslagen worden op pallets of in kratten, die gemakkelijk vervoerd kunnen worden met de aanwezige reachtrucks of elektrische palletwagens. Er zijn afspraken met leveranciers over de afmetingen van de pallets. De pallets en kratten hebben bijna allemaal de standaard breedte van 80cm en maximale hoogte van 110cm. De lengte wordt/is aangepast naar gelang de lengte van het artikel dat erop geplaatst is. De locaties dienen dus een minimale hoogte van 120cm te hebben, zodat er een kleine marge is voor het (ver)plaatsen van de pallets en kratten. De kratten voor screens(LK200) zijn wat breder dan 80cm, waardoor er op een ruimte, waar normaal 3 europallets kunnen staan er nu maar 2 kratten kunnen staan. Hier moet dus rekening mee worden gehouden met het vaststellen van het aantal locaties in een stelling. De locaties dienen vanwege de verschillende lengtes van producten ook verschillende dieptes te hebben. In principe worden dezelfde soorten locaties aangehouden als in het huidige magazijn, alleen wordt de opstelling van de stellingen iets verandert, zodat de oversteek van de producten in het gangpad verminderd wordt. In appendix 12.5.2 is te zien hoe de stellingen opgebouwd worden voor de verschillende lengtes van producten. Op deze manier ontstaan er waarschijnlijk minder schades, doordat reachtrucks minder snel tegen de uitstekende artikelen aan rijden.

6.2.2 Bepalen van procedures en werkwijzen

Het is belangrijk om tijdens het ontwerpen van een nieuw magazijn al rekening te houden met de manier waarop het later gebruikt moet worden. Er wordt dus eerst bepaald hoe de producten ten opzichte van elkaar geplaatst moeten worden, zodat als alles klaar is werkzaamheden zoals orderpicken efficiënt kunnen plaatsvinden. De inrichting bepaalt dus niet waar de producten komen te liggen, maar de producten en orderpick methode bepalen hoe de inrichting eruit komt te zien.

Ten eerste zal bijna elke warehousemanager zijn hardlopende producten zo dicht mogelijk bij het verzend/ontvangst depot willen hebben. Dit is vanzelfsprekend ook het geval bij RaamDec. We bouwen in dit onderzoek dus ook sterk op de populariteitsfilosofie van Tompkins & Smith(1998), die is beschreven in hun Warehouse Management Handbook.

Als er gekeken wordt naar de verschillende orders die er dagelijks uitgaan, valt het op dat er een zeer grote variatie is in opbouw van die orders. Het aantal orderregels verschilt sterk en veel orders bestaan uit artikelen van diverse logistieke categorieën. Bij het verzamelen van zo'n order moet er rekening worden gehouden met de afmetingen, hoeveelheden en vormen van de artikelen in die order. (Met het definiëren van de logistieke categorieën is daar al rekening mee gehouden.) De pallets waar de orders op worden verzameld moeten door de orderpicker zorgvuldig worden opgebouwd, zodat een stabiel pakket kan worden afgeleverd aan de transporteur. Om een goede pickroute te krijgen voor de meeste orders moeten fysiek gelijke producten dus bij elkaar geplaatst worden, zodat die gelijk na elkaar gepickt kunnen worden. Ook moeten de artikelen van de verschillende logistieke categorieën op een dergelijke manier ten opzichte van elkaar geplaatst worden dat de pickroute efficiënt kan worden aangepast op de stapelvolgorde van de producten. Zo wordt heen en weer reizen zo veel mogelijk voorkomen. Op deze manier willen we dus gebruik maken van een eigen filosofie, gebaseerd op de filosofieën van Tompkins & Smith(1998).

6.2.3 Mogelijke soorten inrichtingen en werktuigen overwegen

Het verkennen van alternatieve soorten stellingen en werktuigen bevindt zich buiten het kader van deze opdracht. Er zal dus worden uitgegaan van dezelfde stellingen en werktuigen die worden gebruikt in het huidige logistiek centrum.

6.2.4 Mogelijke lay-out (PRA) ontwerpen

De bedoeling is dus dat artikelen van dezelfde logistieke categorie een zone vormen. Voor de plaatsing van die zones ten opzichte van elkaar kunnen we fase II gebruiken van de Systematische Lay-out Planning (Muther, 2005). De SLP is vooral gebaseerd op het ontwerpen van de lay-out van een productieomgeving, maar zoals Muther zelf ook aangeeft is het ook zeer geschikt voor een warehouse lay-out. Na fase II volgen we ook fase III van de SLP. Daarin worden de zone 'blokken' gedetailleerder ingevuld. Hier komt de populariteitsfilosofie van Tompkins & Smith(1998) aan bod. Binnen de zones moeten de hardst lopende producten op de meest gunstige locaties komen te liggen.

6.2.4.1 SLP fase II

Voor fase II van de SLP wordt alleen de stapelvolgorde als relatie tussen de zones genomen. Aan de hand van de stapelvolgorde zijn de logistieke categorieën opnieuw benoemd. De stapeling begint van onderaan met de categorieën met lage nummers. Hoe hoger het nummer, hoe hoger het op de stapel komt. De volgorde is bepaald door de (oude) categorieën met elkaar te vergelijken door ze op bepaalde punten te scoren. Hoe hoger de score, hoe lager artikelen uit die categorie op de stapel komen.

Tabel 6-iv

Logistieke categorie	Gemiddelde lengte		Gemiddeld gewicht		Geschikte vorm		Breekbaarheid	Score
LK200	256	4	44	5		3	5	17
LK300	241	4	27	3		3	5	15
LK400	221	4	18	2		3	5	14
LK500	220	4	19	2		4	3	13
LK600	283	5	12	2		4	2	13
LK700	265	5	20	2		4	3	14
LK800	30	1	8	1		2	3	7

Aan de hand van Tabel 6-iv komen we dus tot de volgende stapelvolgorde. Eerst genoemde logistieke categorie dient dan als eerste gepickt te worden en dus onder op de stapel te komen. In de tabel worden achter de oude categorieën eveneens de nieuwe genoemd, die dus oplopen naar gelang de gewenste stapelvolgorde.

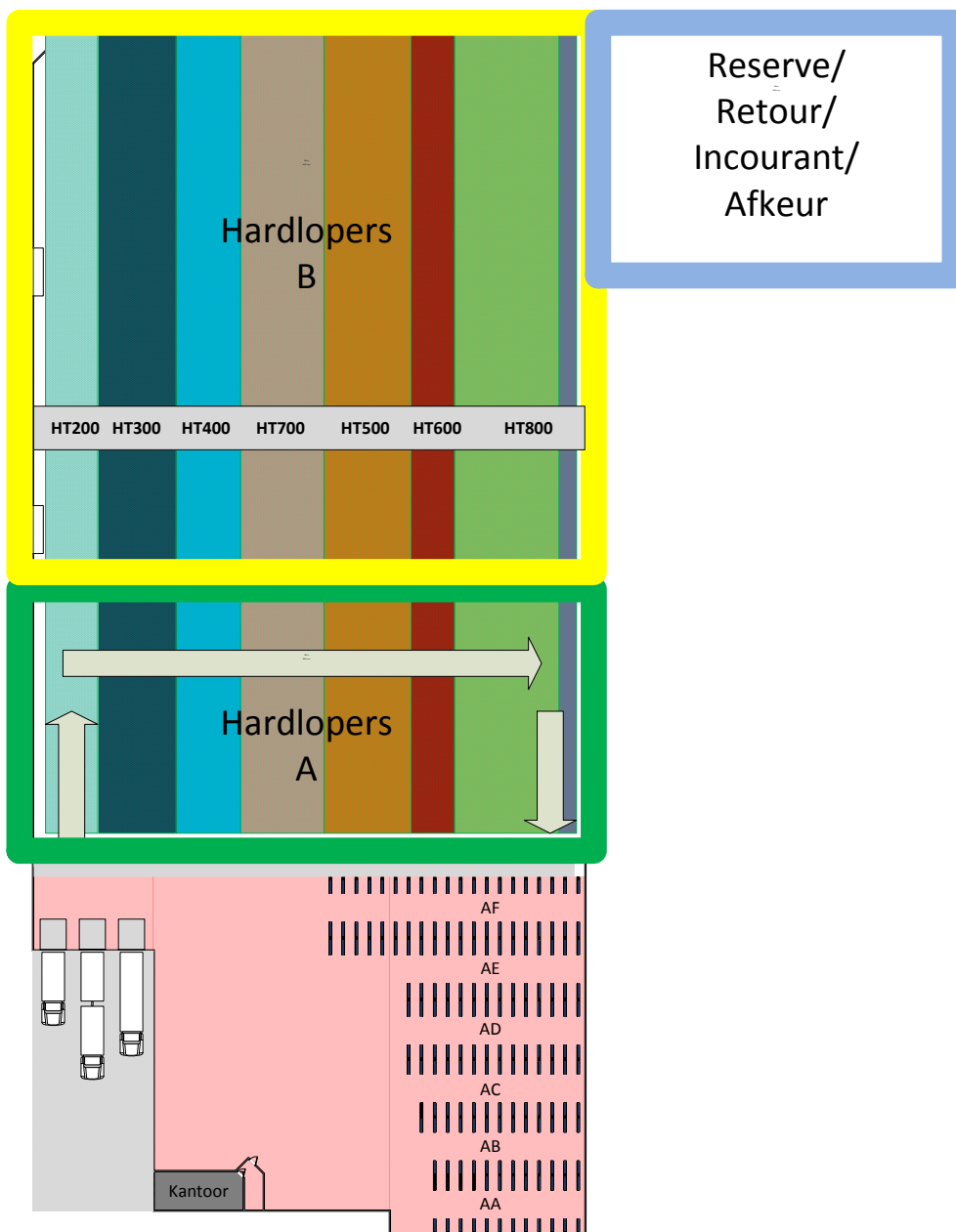
Tabel 6-v

Stapelvolgorde (score)	Oude logistieke categorie	Nieuwe logistieke categorie
1 (17)	LK200	LK200
2 (15)	LK300	LK300
3 (14)	LK400	LK400
4 (14)	LK700	LK500
5 (13)	LK500	LK600
6 (13)	LK600	LK700
7 (7)	LK800	LK800

De volledige lijsten van de oude en nieuwe logistieke categorieën zijn te vinden in Appendix 12.4.

Op basis van de nieuwe logistieke categorieën en de stapelvolgorde zijn we tot de ruimtelijke indeling van zones gekomen zoals te zien is in Figuur 6-I. De breedte van de blokken zijn hier gevoelsmatig bepaald en geven zeer globaal weer hoeveel ruimte er voor de benodigde locaties nodig zijn. De exacte verdeling zal duidelijk worden in fase III van de SLP, zodra de gedetailleerde inrichting aan bod komt.

Hieronder in Figuur 6-I is te zien dat het magazijn is opgedeeld in 3 gedeelten (Het rode gedeelte onderaan buiten beschouwing gelaten). De binnenkomst van goederen vindt aan dezelfde zijde van het gebouw plaats als de uitvoer, zodat de goederenstroom in een zogenoemde U-vorm geschiedt (Bartholdi & Hackman, 2011). De pijlen in Figuur 6-I geven dit aan. Op de plaats van het groene kader moeten de SKU's komen die behoren tot de hardlopers in groep A, zoals gedefinieerd in de ABC-analyse (hoofdstuk 3.8-3.9). De grootste hardlopers liggen zo dicht mogelijk bij het ontvangst/verzending depot. Op de plaats van het gele kader komen de SKU's die iets minder hard lopen op picklocaties. Deze SKU's vormen nog steeds een groot deel van de afzet. Het blok met het blauwe kader wordt tot nog toe vrij gehouden als reserve zone voor het geval de benodigde locaties niet binnen het groene en gele kader passen en voor teruggestuurde, afgekeurde en incurante artikelen.



Figuur 6-I

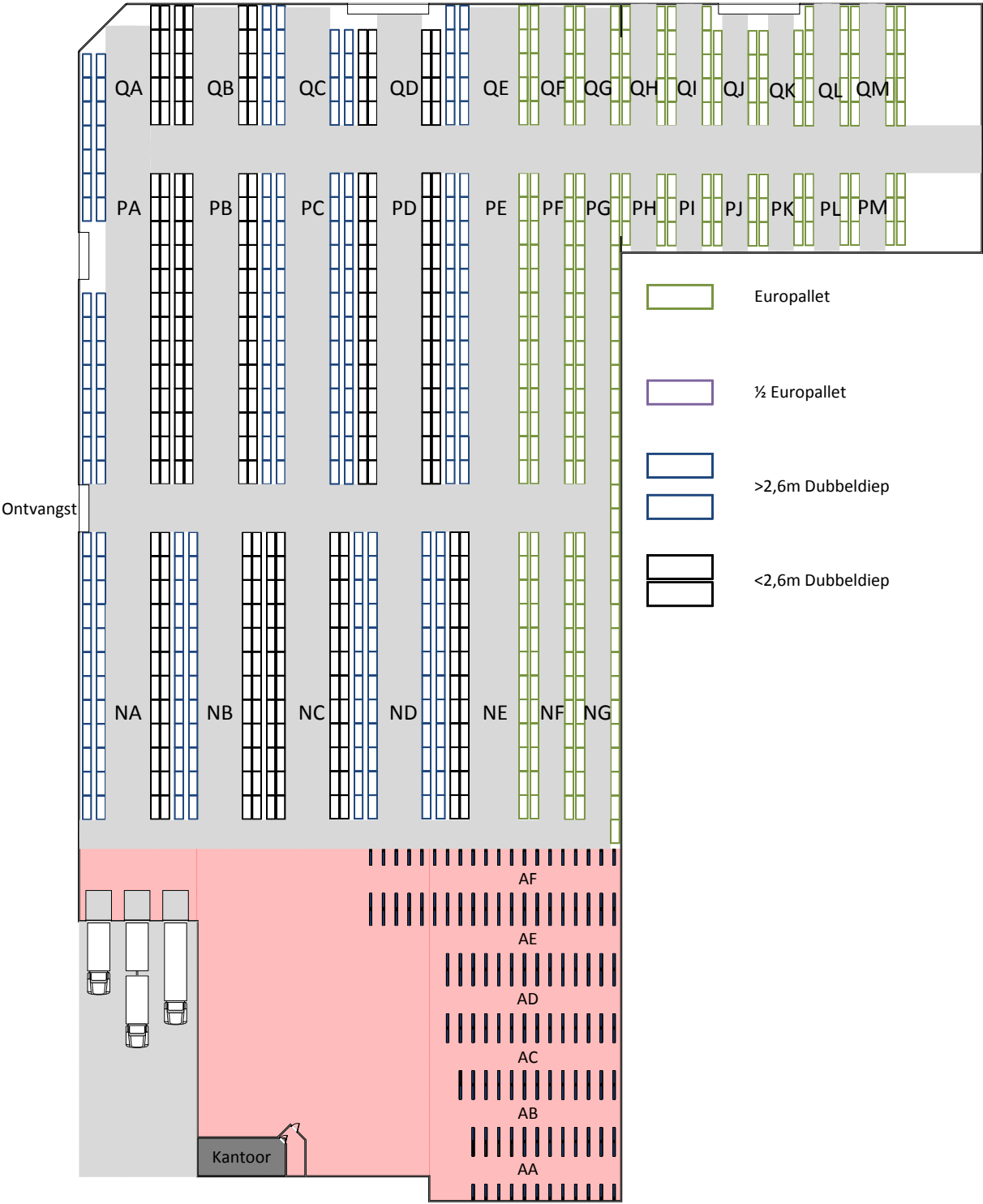
6.2.4.2 SLP fase III

Nu een globale zonering is bepaald gaan we deze gedetailleerder uitwerken en invullen. Dit doen we aan de hand van ‘trial and error’, met Microsoft Visio. Iedere keer worden de soorten locaties ingetekend en geteld of de vereiste hoeveelheid picklocaties, zoals vastgesteld in het programma van eisen, bereikt is. Dit net zo lang tot de gewenste lay-out is bereikt.

De uiteindelijke lay-out is te zien in Figuur 6-II op de volgende pagina. In Appendix 12.6 is te zien hoe de logistieke categorieën hierin verdeeld worden. Wat er bereikt is met deze lay-out is dat de logistieke categorieën zoveel mogelijk in zones bij elkaar liggen en dat de hardlopers zo dicht mogelijk bij het depot liggen. Tevens zijn alle zachte eisen en de meeste harde eisen uit het programma van eisen bereikt. Dit is te zien in Tabel 6-vi.

Tabel 6-vi

‘dd >2,6m’ picklocaties	Min 580st. Min 526st.	Zachte eis Harde eis	540st.	 
‘dd ≤2,6m’ picklocaties	Min 780st. Min 705st.	Zachte eis Harde eis	708st.	 
‘europallet’ picklocaties	Min 1060st. Min 964st.	Zachte eis Harde eis	1542st.	 
‘scr >2,6m’ picklocaties	Min 70st. Min 64st.	Zachte eis Harde eis	108st.	 
‘scr ≤2,6m’ picklocaties	Min 115st. Min 103st.	Zachte eis Harde eis	120st.	 
‘dd >2,6m’ locaties (totaal)	Min 1585st.	Harde eis	1890st.	
‘dd ≤2,6m’ locaties (totaal)	Min 1980st.	Harde eis	2478st.	
‘europallet’ locaties (totaal)	Min 5840st.	Harde eis	6168st.	
‘scr >2,6m’ locaties (totaal)	Min 200st.	Harde eis	378st.	
‘scr ≤2,6m’ locaties (totaal)	Min 295st.	Harde eis	420st.	
Gangpadbreedte ‘>2,6m’ locaties	Min 525cm	Harde eis	525cm	
Gangpadbreedte ‘≤2,6m’ locaties	Min 440cm	Harde eis	525cm	
Gangpadbreedte ‘europallet’ locaties	Min 300cm	Harde eis	300cm	
Significante besparing op loopafstand van een orderpicker				



Figuur 6-II

6.3 SAMENVATTING

In dit hoofdstuk is gezocht naar een oplossing vanuit het green field perspectief. We zijn begonnen met het opstellen van een programma van eisen en hebben daarbij de gegevens gegeven waarop die eisen gebaseerd zijn. De eisen hebben betrekking op aantallen picklocaties, opslaglocaties, gangpadbreedte en de beoogde besparing op de loopafstand van een orderpicker. Vervolgens is er een lay-out ontworpen. Hiervoor is ten eerste gebruik gemaakt van het stappenplan van Baker & Canessa (2009). Als eerste zijn de transport en opslageenheden gedefinieerd en zijn de procedures en werkwijzen binnen het magazijn bepaald. Vervolgens hebben we binnen de stap waarin een mogelijke lay-out diende te worden ontworpen gebruik gemaakt van fase II en III van de Systematische Lay-out planning van Muther (2005). In fase II is een globale inrichting van het magazijn bepaald, die vervolgens in fase III gedetailleerd is uitgewerkt. Het verkregen resultaat is vergeleken met het programma van eisen, om te zien of alle eisen zijn bereikt.

In het volgende hoofdstuk zal gezocht gaan worden naar mogelijke oplossingen vanuit een brown field perspectief.

7 MOGELIJKE ‘BROWN FIELD’ OPLOSSING(EN)

In dit hoofdstuk wordt gezocht naar een verbetering van het huidige magazijn. De bedoeling is dus dat vanuit bestaande lay-out en inrichting gezocht wordt naar veranderingen die relatief eenvoudig doorgevoerd kunnen worden, zonder de huidige werkzaamheden veel te belemmeren en zonder al te veel te moeten investeren. We gaan uit van een bestaand magazijn, dus het is erg lastig om ontwerpmethodes te gebruiken die vooral uitgaan van blanco magazijnen of zelfs helemaal niets. We passen hier de lay-out planning methodologie toe van Tompkins & Smith (1998), omdat deze vooral uitgaat van de creativiteit van de ontwerpers en onzes inziens goed toepasbaar is op al bestaande lay-outs. We herhalen eerst het programma van eisen, zodat we aan het einde van dit hoofdstuk wederom kunnen evalueren of aan die eisen is voldaan en welk alternatief het meest gewenst is. Na het programma van eisen wordt ook kort gekeken aan welke eisen de huidige situatie al voldoet en aan welke eisen die niet voldoet.

7.1 PROGRAMMA VAN EISEN

Het programma van eisen voor het brown field perspectief is voornamelijk toegespitst op het aantal picklocaties. We hebben de totale aantal locaties eruit gehaald, omdat we niet belemmerd willen worden door eventuele tekortkomingen van het huidige magazijn. Het is mogelijk om alle producten te stallen in de huidige situatie. We zullen bij een forse afname van het totaal aantal locaties van een bepaald locatiesoort uiteraard wel nagaan of het nog genoeg is om de producten kwijt te kunnen. De getallen zullen hieronder nogmaals herhaald worden, de toelichting blijft ditmaal achterwege.

Tabel 7-i

‘dubbeldiepe >2,6m’ picklocaties	Min 526st.
‘dubbeldiepe ≤2,6m’ picklocaties	Min 705st.
‘europallet’ picklocaties	Min 964st.
‘screens >2,6m’ picklocaties	Min 64st.
‘screens ≤2,6m’ picklocaties	Min 103st.
Gangpadbreedte ‘>2,6m’ locaties	Min 525cm
Gangpadbreedte ‘≤2,6m’ locaties	Min 440cm
Gangpadbreedte ‘europallet’ locaties	Min 300cm
Significante besparing op loopafstand van een orderpicker	

7.2 EVALUATIE HUIDIG LOGISTIEK CENTRUM

We beginnen met een evaluatie van het huidig logistiek centrum aan de hand van het programma van eisen. Zo wordt het duidelijk waar er veranderingen noodzakelijk zijn en waar de focus op moet komen te liggen bij het herontwerpen van de lay-out. In de tabel hieronder is te zien waar de aantallen picklocaties afwijken van het gewenste aantal volgens het programma van eisen.

Tabel 7-ii

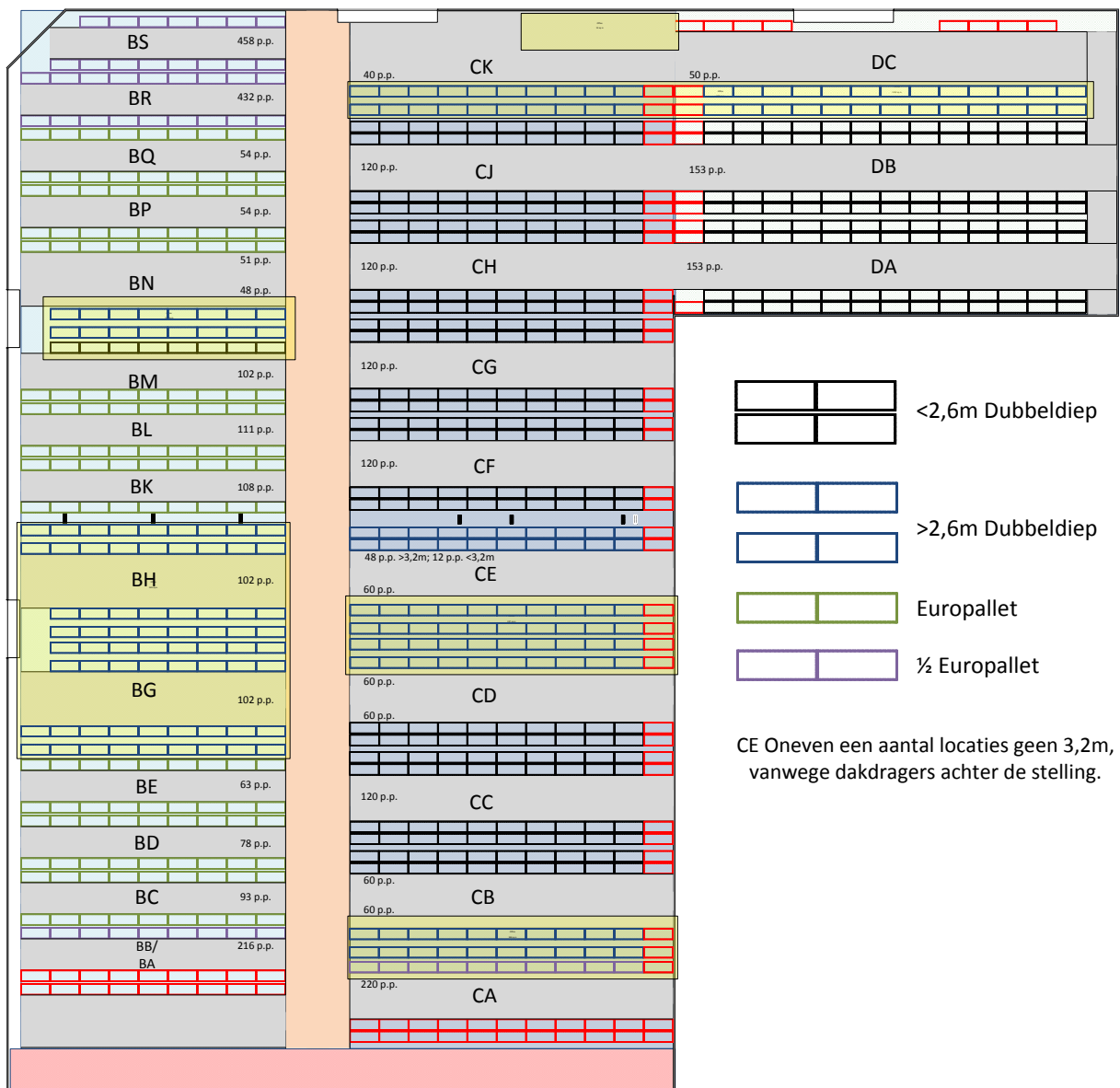
Locatiesoort	Beschikbaar	Gewenst	Vershil	Logistieke categorieën
Europalletplaatsen	1022	553	469	LK850
1/2 Europalletplaatsen	890	821	69	LK810
Dubbeldiepe palletplaatsen <260cm	911	705	206	LK300 LK400 LK500 LK700
Dubbeldiepe palletplaatsen >260cm	407	526	-119	LK300 LK400 LK500 LK600 LK700
Screens <260cm	306	103	203	LK250 LK280
Screens >260cm	50	64	-14	LK210 LK250

Wat gelijk opvalt, is dat er een tekort is aan picklocaties voor de SKU's langer dan 2,6 meter voor zowel dubbeldiepe palletlocaties als locaties voor screens. Er is echter een groot overschot aan europalletlocaties. Er zullen dus meer locaties voor artikelen langer dan 2,6m moeten worden gecreëerd en de mogelijkheid om dat te realiseren zit in de europalletlocaties.

7.3 HERONTWERP LAY-OUT

Zoals aangekondigd wordt de lay-out planning methodologie van Tompkins & Smith (1998) hier toegepast voor het (her)ontwerpen van de huidige lay-out. De eerste stap is het genereren van alternatieven. Binnen de huidige inrichting wordt er geprobeerd om extra locaties voor artikelen langer dan 2,6 meter te creëren door ruimte vrij te maken binnen de europalletzone. Er worden verschillende alternatieven getekend en vergeleken met elkaar. Twee van de ontworpen alternatieven worden kort weergegeven en beschreven in de volgende subhoofdstukken. De alternatieven zijn PR1 en PR2 genoemd.

7.3.1 PR1



Figuur 7-I

In Figuur 7-I is het eerste ontworpen alternatief te zien. De gele markering geeft aan waar er wijzigingen ten opzichte van de huidige lay-out zijn aangebracht. De europalletlocaties in BF t/m BJ zijn weggehaald en er zijn 2 gangpaden voor artikelen langer dan 2,6m voor in de plaats gekomen. Achter de dubbeldiepe stelling in BN is in gangpad BM een extra stelling geplaatst voor europallets, om de verdwenen locaties in BF t/m BJ weer deels op te vangen. In CK is de stelling tegen de buitenmuur weggehaald, zodat de locaties er tegenover ook geschikt zijn voor artikelen langer dan 2,6m. De 1/2 europalletlocaties zijn naar voren gehaald, omdat daar erg veel hardlopers in zitten en ze slechts een halve locatie per SKU in beslag nemen. Op basis van de 'Cube-per-order index' (Hoofdstuk 5.3.2), moeten ze dus op de meest gunstige locaties geplaatst worden. Verder zijn er nog extra locaties voor artikelen langer dan 2,6m gecreëerd in gangpad CB. Ook worden de huidige stellingen voor dubbeldiepe >2,6m locaties wat uit

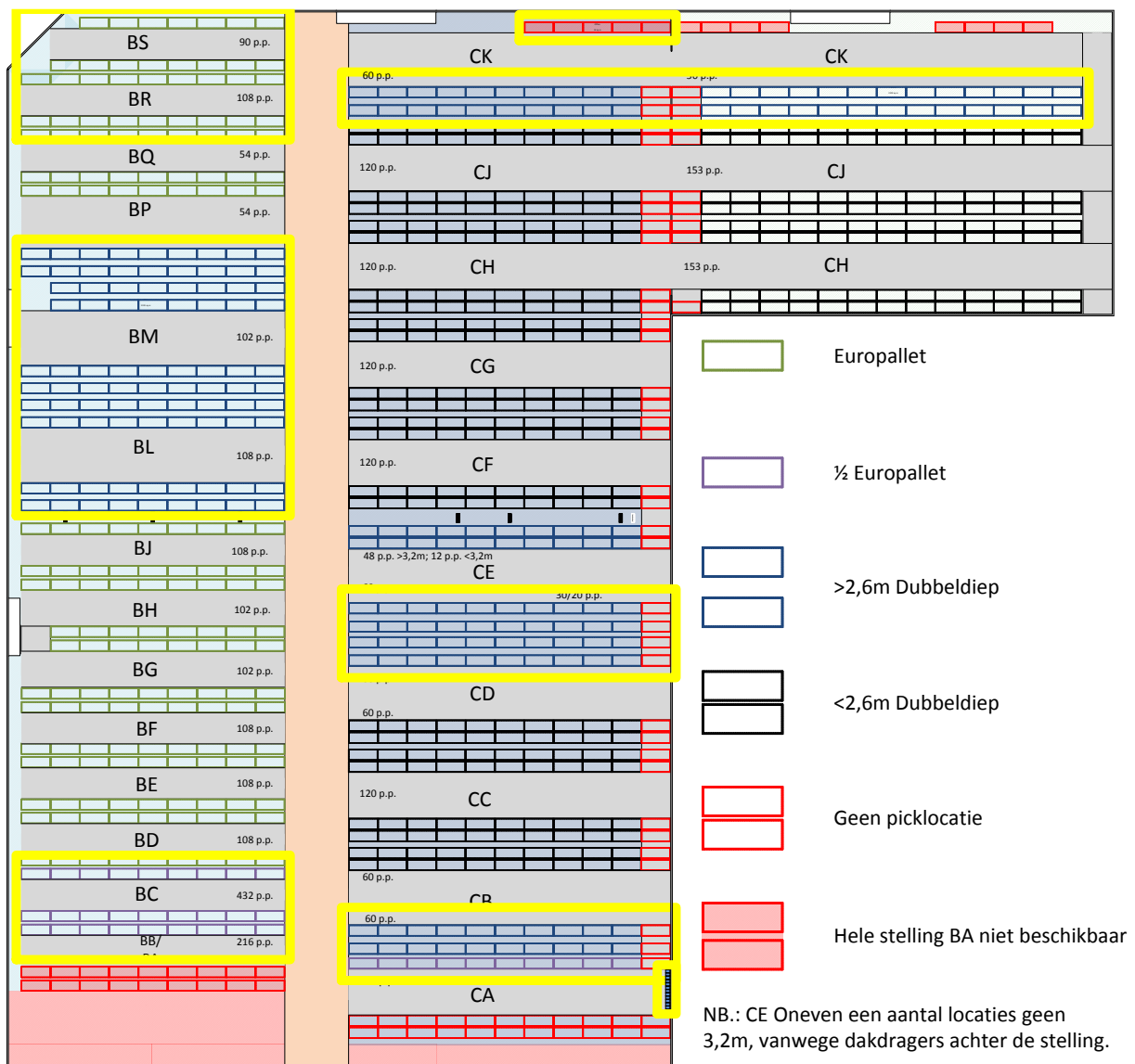
elkaar geplaatst, zodat de oversteek van artikelen wordt verminderd. De nieuwe hoeveelheden picklocaties staan in Tabel 7-iii.

Tabel 7-iii

Locatiesoort	Beschikbaar	Gewenst	Verschil	Logistieke categorieën
Europalletplaatsen	714	553	161	LK850
1/2 Europalletplaatsen	1346	821	525	LK810
Dubbeldiepe palletplaatsen <260cm	732	705	27	LK300 LK400 LK500 LK700
Dubbeldiepe palletplaatsen >260cm	480	526	-46	LK300 LK400 LK500 LK600 LK700
Screens <260cm // DA, DB	306	103	203	LK250 LK280
Screens >260cm // DC	90	64	26	LK210 LK250

De vernieuwde lay-out biedt zoals te zien is nog niet genoeg picklocaties om alle hardlopers te kunnen plaatsen. Er zijn meer dubbeldiepe palletplaatsen dan in het huidige magazijn, maar er zijn er nog meer gewenst. Een kanttekening moet wel worden gemaakt dat alle picklocaties in PR1 een hoogte hebben van 1,2m. In het huidige magazijn zijn er locaties in gangpaden CD en CE die lager zijn, waar er dus drie of vier picklocaties boven elkaar zitten. Hier kan echter geen heel pallet geplaatst worden, maar moeten artikelen stuk voor stuk op legborden worden geplaatst. De praktijk heeft uitgewezen dat hier weinig gebruik van de picklocaties wordt gemaakt, omdat het extra ompak handelingen vereist en er vaak onvoldoende artikelen op picklocaties liggen. Er is een forse afname in het totaal aantal europalletlocaties in deze lay-out. Wel is er heel veel speling in de overige stellingen, zodat door aanpassing en toevoeging van liggers in die stellingen dit gecompenseerd kan worden. In een eventuele implementatiefase zal dit meegenomen worden.

7.3.2 PR2



Figuur 7-II

Vanwege de fysieke beperkingen zijn de opties niet heel uiteenlopend. PR2 komt dus behoorlijk overeen met PR1. Nu zijn de >2,6m locaties echter meer achter in het magazijn geplaatst. Zo zijn de verschillende soorten locaties wat meer verdeeld binnen de hal. Verder zijn er nog extra 1/2 europalletlocaties in gangpad BC gecreëerd, zodat die allemaal vooraan komen te liggen. De locaties in de achterste gangpaden worden dan allemaal normale europalletlocaties. In dit alternatief blijft ook de helft staan van de stelling tegen de buitenmuur in gangpad CK. Het gangpad is nu alsnog breed genoeg voor de artikelen langer dan 2,6m en de stelling kan nog gebruikt worden voor opslag van bijvoorbeeld lege pallets. Aan het einde van gangpad CA is ook nog een klein gedeelte gemarkeerd. Hier komen losse verzamelbakjes tegen de wand te staan waar zeer kleine artikelen in kunnen komen te liggen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan koordjes die horen bij een rolgordijn. Door die bakjes niet meer in de stellingen

te plaatsen komt er weer wat extra ruimte vrij voor overige locaties. Wederom is er een nieuw overzicht gemaakt van de aantallen beschikbare picklocaties. Zie Tabel 7-iv.

Tabel 7-iv

Locatiesoort	Beschikbaar	Gewenst	Verschil	Logistieke categorieën
Europalletplaatsen	915	553	362	LK850
1/2 Europalletplaatsen	888	821	67	LK810
Dubbeldiepe palletplaatsen <260cm	906	705	201	LK300 LK400 LK500 LK700
Dubbeldiepe palletplaatsen >260cm	554	526	28	LK300 LK400 LK500 LK600 LK700
Screens <260cm // CB, CC	80	103	-23	LK250 LK280
Screens >260cm // CB	40	64	-24	LK210 LK250

Wat opvalt, is dat er te weinig locaties zijn voor screens. Dit komt omdat de locaties achter in het magazijn (de uitbouw; DA, DB, DC) in deze tekening niet zijn aangewezen voor de screens, terwijl dit in de vorige versie wel zo was. Dit heeft te maken met de beoogde pickroute. Vanwege de stapelvolgorde willen we de screens dus vooraan in het magazijn (CB, CC) hebben. De gewone dubbeldiepe palletlocaties kunnen echter wel gebruikt worden om screens te plaatsen. Het grootste gedeelte kan daar dus mee worden opgevangen. Enkele hardlopers die door onszelf als zodanig zijn aangewezen zullen geen vaste picklocatie kunnen krijgen. Dit is een afweging die gemaakt moet worden. Ook hier is er weer een forse afname in het totaal aantal europalletlocaties. Hier geldt ook dat dit op te vangen is in de overgebleven stellingen waar europalletlocaties zijn.

7.4 KEUZE HERONTWERP

De twee gegenereerde alternatieven PR1 en PR2 zullen nu op operationele aspecten vergeleken worden. Hieruit wordt met behulp van een multicriteria-analyse (MCA) een keuze gemaakt. Het gekozen alternatief zal, evenals alternatief PRA uit hoofdstuk 6.2, verder onder de loep worden genomen, zodat een afweging kan worden gemaakt met financiële criteria inbegrepen. Voor het vergelijken van alternatief PR1 en PR2 gebruiken we de ‘simple multi-attribute rating technique’ ofwel SMART-methode. Dit is een algemeen geaccepteerde methode voor het nemen van beslissingen vanwege de relatieve simpliciteit en transparantie. (Goodwin & Wright, 2009).

Na wat brainstormen zijn we gekomen tot de volgende criteria waarop de alternatieven worden vergeleken:

1. *Capaciteit pick:*

Dit is de capaciteit van de picklocaties. Het gaat er hierbij dus om in hoeverre we de hardlopers aan een vaste picklocatie kunnen toewijzen.

2. *Capaciteit totaal:*

Dit is de totale capaciteit van het magazijn. We kijken of we met het huidige inkoopbeleid alle aanwezige en binnenkomende producten in het magazijn kwijt kunnen.

3. *Zonering:*

Hier wordt gekeken in hoeverre de artikelen wat picklocaties betreft in zones verdeeld kunnen worden in het magazijn, zodat een goede pickroute gerealiseerd kan worden.

4. *Gemiddelde afstand hardlopers tot depot:*

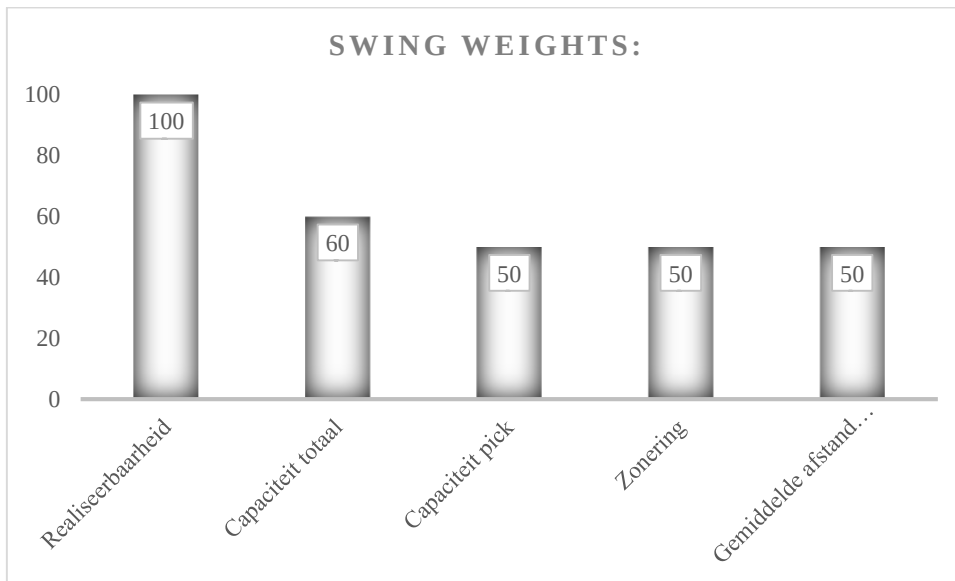
Voor dit criterium wordt gekeken hoe ver de hardlopers gemiddeld van het ontvangst-/verzenddepot af liggen.

5. *Realiseerbaarheid:*

Ten slotte is het natuurlijk van belang in hoeverre het verkregen alternatief daadwerkelijk realiseerbaar is. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat de huidige werkzaamheden door kunnen gaan zonder ernstig verstoord te worden.

Deze criteria zijn niet allemaal even belangrijk. Hoe zwaar de criteria moeten wegen bepalen we aan de hand van ‘swing weights’. We bepalen eerst het belangrijkste criterium. Aan de hand van gesprekken met managers bij RaamDec hebben we wel vernomen dat realiseerbaarheid zeer belangrijk is. Als een alternatief niet zonder de huidige werkzaamheden ernstig te verstoren realiseerbaar is wordt er niet verder naar gekeken. Criterium 1 nemen we dus als belangrijkste criterium en krijgt swing weight 100. Nu gaan we de overige criteria vergelijken met dit belangrijkste criterium. We nemen als voorbeeld criterium 2: Capaciteit totaal. We vragen ons af hoe belangrijk een ‘swing’ van de slechtste score op dit criterium naar de beste score is in verhouding met dezelfde swing op criterium 1. Op eigen inzicht

hebben we bepaald dat dit voor criterium 2, 80% zo belangrijk is als voor criterium 1. De swing weight wordt voor criterium 2 dus 80. De overige swing weights staan in Figuur 7-III.



Figuur 7-III

Met behulp van de swing weights bepalen we de weegfactoren die we toewijzen aan de criteria. Dit is te zien in Tabel 7-v.

Tabel 7-v

Criterium (c)	Swing weights:	Weegfactor (W _c)
<i>Realiseerbaarheid</i>	100	0,323
<i>Capaciteit totaal</i>	60	0,194
<i>Capaciteit pick</i>	50	0,161
<i>Zonering</i>	50	0,161
<i>Gemiddelde afstand hardlopers tot depot</i>	50	0,161
Totaal	310	1,000

Nu de weegfactoren bepaald zijn kunnen we de ontwerpalternatieven gaan scoren op de verschillende criteria. De alternatieven krijgen een score per criteria tussen 1 en 10. Het alternatief dat het beste scoort op een criterium krijgt altijd een 10. Het andere alternatief krijgt een score die gebaseerd is op een vergelijking met het beste alternatief. De uiteindelijke score wordt bepaald door alle scores per criterium (S_c) te vermenigvuldigen met de weegfactor (W_c) en ze daarna bij elkaar op te tellen: $\Sigma(W_c * S_c)$.

De resultaten hiervan zijn te zien in Tabel 7-vi op de volgende pagina.

Tabel 7-vi

Criterium (c)	Weegfactor (W_c)	PR1	PR2
<i>Capaciteit pick</i>	0,161	9	10
<i>Capaciteit totaal</i>	0,194	10	9
<i>Zonering</i>	0,161	5	10
<i>Gemiddelde afstand hardlopers tot depot</i>	0,161	10	10
<i>Realiseerbaarheid</i>	0,323	10	10
Totaal	1,000	9,03	9,81

Het valt op dat beide alternatieven op één criterium na bijna gelijk scoren. Alleen op het criterium ‘zonering’ scoort PR2 significant beter. Dit heeft te maken met hoe de logistieke categorieën ingevuld kunnen worden in de lay-out. Na veel puzzelen bleek het in PR1 voor ons onmogelijk om artikelen van dezelfde logistieke categorie dicht bij elkaar te plaatsen rekening houdend met het feit dat elk artikel wel op een geschikte soort locatie moet komen te liggen. In PR2 kwam er een veel beter resultaat uit. Enkel de screens (LK200) passen er niet geheel in, maar over het algemeen is het resultaat veel bevredigender. Een totaal bevredigend resultaat bleek niet haalbaar vanuit een brown-field perspectief.

7.5 SAMENVATTING

In dit hoofdstuk is er vanuit een brown field perspectief gezocht naar verbeteringen voor het huidige logistiek centrum van RaamDec. Wederom is er eerst een programma van eisen opgesteld, aan de hand waarvan getoetst kan worden of achteraf het beoogde resultaat is bereikt. Vervolgens is het huidige magazijn, zoals beschreven in hoofdstuk 3, geëvalueerd op basis van de opgestelde eisen om te kijken waar er veranderingen noodzakelijk zijn. Hieruit is naar voren gekomen dat er een tekort is aan locaties langer dan 2,6 meter en dat de marge waar dat mee gecompenseerd kan worden ligt in het aantal europalletlocaties. De herontwerp van de lay-out werd gerealiseerd met behulp van de lay-out planning methodologie van Tompkins & Smith. Er zijn meerdere alternatieven ontworpen waarvan er twee (PR1 en PR2) nader zijn omschreven en toegelicht in dit hoofdstuk. Bij beide alternatieven zijn er extra locaties voor artikelen langer dan 2,6 meter gecreëerd in de ‘europallet zone’. Het verschil zit hem in de plaats binnen die zone. Voor PR1 bevinden de nieuwe locaties zich redelijk vooraan in die zone, waar de nieuwe locaties voor PR2 zich meer achterin bevinden. Dit laatste bleek uiteindelijk voor de zonering van de artikelen veel gunstiger uit te pakken. In de lay-out van PR2 kunnen de artikelen goed bij elkaar geplaatst worden, zodat op basis van stapelvolgorde een betere pickroute gerealiseerd kan worden. Een ideale situatie, waarbij er voldoende picklocaties zijn voor alle door ons gedefinieerde hardlopers, bleek vanuit het brown field perspectief voor ons niet haalbaar. PR1 en PR2 komen allebei nog ongeveer evenveel locaties te kort voor artikelen langer dan 2,6 meter. Bij PR2 zit hem dit in de screens en bij PR1 in de ‘gewone’ dubbeldiepe locaties. We hebben beide alternatieven middels een multicriteria-analyse met elkaar vergeleken en vervolgens het minst gunstige alternatief geschrapt voor het vervolg van dit onderzoek. De zonering bleek ook de doorslag te geven. PR2 scoorde hierop beduidend beter en dus wordt PR1 verder in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

In het volgende hoofdstuk zullen de huidige situatie en de alternatieven die vanuit het green field perspectief en vanuit het brown field perspectief zijn verkregen worden vergeleken met elkaar. Zowel operationele als financiële aspecten zullen in beschouwing worden genomen. Er zal uiteindelijk een keuze gemaakt worden op basis van een multicriteria-analyse.

8 AFWEGING VAN ALTERNATIEVEN

Hoofdstuk 6 en 7 hebben geresulteerd in twee (her)ontwerpen van het logistiek centrum van RaamDec. In dit hoofdstuk gaan we een afweging maken tussen de huidige situatie en die alternatieven en daarbij ook een blik werpen op de financiële gevolgen ervan. Dit hoofdstuk zal een vergelijking weergeven tussen de twee alternatieven op zowel operationeel als financieel gebied. We zullen beginnen met een vergelijking van de gemiddelde reisafstanden van orderpickers en de impact daarvan op hun totale tijdsbesteding per alternatief in hoofdstuk 8.1. In het daaropvolgende hoofdstuk geven we een ruwe schatting van een begroting voor de kosten van de verbouwing per alternatief. In het hoofdstuk daarna zullen we de terugverdientijd bepalen. Uiteindelijk wordt wederom een multicriteria-analyse uitgevoerd in hoofdstuk 8.4.

8.1 TIJDSBESPARING ORDERPICKER

8.1.1 Reisafstanden

Hieronder zal aan de hand van tien representatieve orders vergeleken worden of de reisafstand van die orders gemiddeld is afgenomen in PR2 en PRA ten opzichte van de huidige lay-out en inrichting. Tabel 8-i geeft een samenvatting weer van de loopafstanden per gelopen order voor zowel de huidige lay-out als voor PR2 als voor PRA. De volledige tabellen zijn te vinden in Appendix 12.7. De afstanden zijn bepaald door van alle locaties de afstand tot het depot te bepalen met behulp van het meetgereedschap in Microsoft Visio. Ook de onderlinge afstanden van de verschillende locaties zijn bepaald en in Microsoft Excel in een afstandstabel geplaatst. Vervolgens is door de order te bekijken bepaald in welke volgorde de orderregels het best gelopen kunnen worden (rekening houdend met de locatie waar het gewenste artikel ligt). Daarna zijn die afstanden tussen de locaties, waar achtereenvolgens een artikel gepickt moet worden, uit de afstandstabel gehaald en per order opgesomd, zoals te zien is in Appendix 12.7.

Tabel 8-i

Ordernummer	Afstand in huidig magazijn (cm)	Afstand in PR2 (cm)	Afstand in PRA (cm)
GMV-1302958	91230	50064	42045
GMV-1304329	67853	47236	59502
GMV-1304345	18177	10020	14534
GMV-1308007	20177	10590	15608
GMV-1308058	6820	12430	3291
GMV-1308150	27705	40723	24378
GMV-1308248	33943	25270	22657

GMV-1309314	15578	11215	4360
GMV-1309476	11423	5002	6677
GMV-1309797	15784	10866	7575
Totaal	308689	223414	200627

Uit de hierboven getoonde steekproef blijkt een afname in reisafstand van $\frac{308689cm - 223414cm}{308689cm} * 100\% = 27,6\%$ voor de orderpicker in PR2 en $\frac{308689cm - 200627cm}{308689cm} * 100\% = 35,0\%$ in PRA. Dit is wel zeker significant te noemen. Beide alternatieven voldoen dus aan de laatste eis uit het programma van eisen.

8.1.2 Tijdsverdeling orderpicker

We zullen hier weergeven hoe de tijdsverdeling van een orderpicker er gemiddeld uit ziet. Met deze informatie en de gemiddelde afname in de reisafstand kunnen we de totale tijdsbesparing van een orderpicker bepalen. De tijdsverdeling bepalen we aan de hand van een steekproef, waarbij we met een stopwatch enkele orderpickers zullen volgen en de tijden van alle werkzaamheden noteren. Zo kunnen we uitrekenen hoeveel procent van zijn tijd de orderpicker besteedt aan reizen tussen locaties en depot. De steekproef is wel erg klein. Vanwege de beperkte tijd die beschikbaar was voor dit onderzoek was het niet mogelijk om een grotere steekproef te nemen. De tijdsverdeling is dus wel een ruwe schatting.

Tabel 8-ii

		Reizen	Picken	Pallet over- /opstapelen	vastbinden	Voorbereiding/ Overig	Totaalsom
Overig	Tijd(s)	1137,9	2496,9	593,8	768,5	701,4	5698,5
30 regels	%	20,0%	43,8%	10,4%	13,5%	12,3%	100,0%
3 x UPS	Tijd(s)	279,8	304,2	48,8	181,8	161,3	975,9
6 regels	%	28,7%	31,2%	5,0%	18,6%	16,5%	100,0%
Gemiddelde in verhouding naar #orderregels (%)		22,4%	40,3%	8,9%	14,9%	13,5%	100,0%

Met een “overige” order wordt een willekeurige, vaak grote, order bedoeld die meestal veel tijd in beslag neemt. Een “UPS” order is een kleine order die uit slechts enkele orderregels bestaat. Achter “Overig / 30 regels” en “3 x UPS / 6 regels” staan per bezigheid in de bovenste rij de som van de tijden in seconden. Daaronder staan de percentages per bezigheid ten opzichte van de totale tijdsbesteding voor die order. In de onderste rij van de tabel staan de gemiddelde percentages per bezigheid. Deze zijn in verhouding

met het aantal orderregels genomen. Tabel 8-iii geeft van beide soorten orders het percentage orderregels ten opzichte van het totaal weer.

Tabel 8-iii

Percentagetabel	%Orderregels
UPS	28,2%
Overig	71,8%

De berekening van de gemiddelde reisafstand is dus als volgt berekend: $20,0\% * 71,8\% + 28,7\% * 28,2\% = 0,200 * 0,718 + 0,287 * 0,282 = 0,224 = 22,4\%$.

8.1.3 Totale besparing orderpicktijd

Nu rest nog slechts een simpele berekening om de totale besparing op een orderpicker per alternatief te bepalen. Een orderpicker is dus 22,4% van zijn tijd aan het reizen en die reisafstand is met X % afgenomen. De totale besparing is dan dus X % van 22,4%:

- PR2: $0,224 * 0,276 = 0,062 = 6,2\%$
- PRA: $0,224 * 0,350 = 0,078 = 7,8\%$.

8.2 BEGROTING

In dit hoofdstuk wordt een begroting opgesteld voor beide alternatieven PR2 en PRA. De prijzen die hier gebruikt worden zijn gebaseerd op ervaring uit het verleden binnen de organisatie of prijsopgaven van externe bedrijven. Verder zijn de berekeningen van de uren, etc. gebaseerd op ruwe schattingen.

8.2.1 PR2

Voor het verbouwen van de stellingen is een prijsopgave gedaan bij een extern stellingbouwbedrijf. Het verbouwen van alle stellingen, exclusief leeghalen van de locaties, zou maximaal €8.500,- gaan kosten. Dit hebben zij gebaseerd op de plattegrond, zoals die in hoofdstuk 7.2 is weergegeven.

Verder zijn er 150 nieuwe liggers nodig. Die liggers kosten €25,- per eenheid, dus dat komt neer op €3.750,-

Om de stellingen leeg te maken moeten eigen arbeidsuren worden ingezet. We hebben uitgerekend dat er 250 uren nodig zijn om de desbetreffende locaties vrij te maken. Er moeten namelijk 3681 locaties worden leeggemaakt en per arbeidsuur kunnen er 15 verplaatsingen van pallets worden gedaan: $\frac{3681}{15} = 245,4$. Dit ronden we naar boven af naar 250. De kosten per arbeidsuur zijn opgebouwd uit de loonkosten (€25,- per uur) en de machinekosten (reachtruck/hoogwerker) (€9,- per uur) en bedragen dus €34,- per uur.

Ook moeten er liggers worden verplaatst. Per arbeidsuur kunnen er 10 liggers verplaatst worden. In totaal moeten er 1848 liggers verplaatst worden en komt dit dus neer op 185 uren arbeid.

De nieuwe locaties die gecreëerd worden moeten nieuwe locatielabels krijgen. Degene die hier ervaring mee heeft liet weten dat dit om en nabij de €500.- gaat kosten.

Het gebeurt praktisch wel dat er iets over het hoofd wordt gezien. Om ons hiervoor in te dekken wordt de totale kostenpost op de begroting met 10% verhoogd.

Hieronder volgt de begroting voor PR2. Voor meer details verwijzen we naar Appendix 12.8.

Begroting:

Nieuwe Liggers	€ 3.750
Arbeidsuren pallets verplaatsen	€ 8.500
Arbeidsuren liggers zelf verplaatsen	€ 6.290
Arbeidsuren picklocaties vrijmaken	€ 4.420
Arbeidsuren A+B categorie naar picklocaties	€ 4.420
Stelling verbouwen door extern bedrijf	€ 8.500
Locatielabels	€ 500
10% Onvoorzien	€ 3.638
Totaal	€ 40.018

8.2.2 PRA

De kosten voor de verbouwing zijn gebaseerd op de prijsopgave van de externe stellingbouwer voor PR2. We hebben uitgerekend dat de verbouwing van PRA ongeveer 5 keer zoveel werk in beslag neemt als die van PR2. Dus de kosten schatten wij logischerwijs ook 5 keer zo hoog in: €42.500,-.

Om de verbouwing te kunnen uitvoeren zijn nog 60 extra liggers nodig. Dit komt neer op €1.500,-.

Het gehele magazijn moet leeg gemaakt worden om deze grote verbouwing te kunnen uitvoeren. Als eigen mankrachten alle locaties leegmaken zal dit met de eerder gedefinieerde arbeidskosten neerkomen op ongeveer 1200 uur en dus $1200 * €34 = €40.800$.

Ook zijn er weer nieuwe locatielabels nodig. Bij een prijs van €1,- per label zal dit neerkomen op $11500 * €1 = €11.500,00$.

We houden wederom rekening met onvoorziene kosten waardoor de begroting als volgt wordt vastgesteld:

Begroting:

Nieuwe Liggers	€ 1.500
Arbeidsuren pallets verplaatsen	€ 40.800
Magazijn verbouwen door extern bedrijf	€ 42.500
Locatielabels	€ 11.500
10% Onvoorzien	€ 9.630
Totaal	€ 105.930

De details van deze begroting staan tevens in Appendix 12.8. Er moet wel opgemerkt worden dat er hier geen rekening gehouden is met misgelopen opbrengsten doordat huidige werkzaamheden gestaakt moeten worden. Ook de gevolgen voor wat betreft de klantenkring zijn in dit onderzoek niet onderzocht.

8.3 TERUGVERDIENTIJD

Op basis van de begroting van de kosten en de besparing op orderpicktijd geven we in dit hoofdstuk een indicatie van de terugverdiëntijd. Het is een indicatie, omdat de kosten en besparingen gebaseerd zijn op ruwe schattingen.

8.3.1 Besparing op orderpicktijd

Op het moment wordt er 200 uur aan orderpicken per week besteed en er zijn normaal gesproken 48 werkweken per jaar. Een orderpicker kost gemiddeld €25,- per uur. De totale jaarlijkse besparing op orderpicken is hieronder per alternatief berekend.

- PR2 met een besparing van 6,2%: $200u * 48wk * €25 * 0,062 = €14.880$
- PRA met een besparing van 7,8%: $200u * 48wk * €25 * 0,078 = €18.720$

8.3.2 Terugverdiëntijd

De terugverdiëntijd per alternatief wordt berekend door de totale begrote kosten van dat alternatief te delen door de besparing op orderpicktijd van dat alternatief.

- PR2: $\frac{€40.018}{€14.880} = 2,7$ jaar.
- PRA: $\frac{€105.930}{€18.720} = 5,7$ jaar.

Wel moet genoemd worden dat er in deze berekeningen geen rekening is gehouden met de afname van het aantal schades, pickfouten, extern opslag, etc. Dit kan de verhouding tussen de twee alternatieven nog sterk veranderen, maar ook de terugverdiëntijd positief beïnvloeden.

8.4 MULTICRITERIA-ANALYSE

Nu we ook een indicatie van de financiële gevolgen van beide alternatieven PR2 en PRA hebben gaan we ze vergelijken met een multicriteria-analyse, zoals we al gedaan hebben voor alternatieven PR1 en PR2 in hoofdstuk 7. We passen wederom de SMART-methode toe. We gebruiken tevens dezelfde criteria als in hoofdstuk 7 en voegen er enkele financiële criteria aan toe. De eerste 5 criteria zullen we niet opnieuw omschrijven, aangezien dat in hoofdstuk 7 al is gedaan.

1. *Capaciteit pick*
2. *Capaciteit totaal*
3. *Zonering*
4. *Gemiddelde afstand hardlopers tot depot*
5. *Realiseerbaarheid*
6. *Totale kosten:*

Hier vergelijken we de totale kosten, zoals die in hoofdstuk 8.2 begroot zijn.

7. *Terugverdientijd*

We zullen ook rekening houden met de in hoofdstuk 8.3 berekende terugverdientijd. Omdat de jaarlijkse besparing hier al in is verwerkt, zullen we die niet als extra criterium opnemen in deze analyse.

De criteria krijgen wederom een weegfactor die bepaald is aan de hand van de ‘swing weights’. Zie Figuur 8-I.



Figuur 8-I

Wij achten de realiseerbaarheid en de terugverdientijd even belangrijk, vandaar dat ze de zelfde 'weight' krijgen. De totale kosten achten wij niet erg belangrijk, want zolang de terugverdientijd goed is, zijn de totale kosten ook acceptabel, hoe hoog die ook zijn.

Met behulp van de swing weights bepalen we opnieuw de weegfactoren die we toewijzen aan de criteria. Dit is te zien in Tabel 8-iv.

Tabel 8-iv

Criterium (c)	Swing weights:	Weegfactor (W_c)
<i>Realiseerbaarheid</i>	100	0,227
<i>Terugverdientijd</i>	100	0,227
<i>Capaciteit totaal</i>	60	0,136
<i>Capaciteit pick</i>	50	0,114
<i>Zonering</i>	50	0,114
<i>Gemiddelde afstand hardlopers tot depot</i>	50	0,114
<i>Totale kosten</i>	30	0,068
Totaal	440	1

Nu de weegfactoren bepaald zijn kunnen we de ontwerpalternatieven gaan scoren op de verschillende criteria. De alternatieven krijgen een score per criteria tussen 1 en 10. Het alternatief dat het beste scoort op een criterium krijgt altijd een 10. Het andere alternatief krijgt een score die gebaseerd is op een vergelijking met het beste alternatief. De uiteindelijke score wordt bepaald door alle scores per criterium (S_c) te vermenigvuldigen met de weegfactor (W_c) en ze daarna bij elkaar op te tellen: $\Sigma(W_c * S_c)$.

De resultaten hiervan zijn te zien in Tabel 8-v.

Tabel 8-v

Criterium (c)	Weegfactor (W_c)	PR2	PRA
<i>Capaciteit pick</i>	0,114	8	10
<i>Capaciteit totaal</i>	0,136	6	10
<i>Zonering</i>	0,114	9	10
<i>Gemiddelde afstand hardlopers tot depot</i>	0,114	6	10
<i>Realiseerbaarheid</i>	0,227	10	5
<i>Totale kosten</i>	0,068	10	3
<i>Terugverdientijd</i>	0,227	10	5
Totaal	1,000	8,66	7,25

Alternatief PR2 scoort duidelijk beter op de financiële criteria en de realiseerbaarheid. Omdat die criteria een relatief hoge weegfactor hebben toegewezen gekregen, scoort PR2 ondanks de lagere scores op de operationele criteria nog steeds beduidend hoger dan PRA.

8.5 SAMENVATTING

We hebben in dit hoofdstuk de huidige situatie, het verkregen ontwerp vanuit een green field perspectief en het verkregen ontwerp vanuit een brown field perspectief met elkaar vergeleken. Als eerste is de tijdsbesparing van de orderpicker voor alle drie de alternatieven bepaald. Hiervoor zijn de reisafstanden per alternatief bepaald voor tien representatieve orders. De afstand voor PR2 bleek ongeveer 28% lager te zijn dan in de huidige situatie en de afstand voor PRA zelfs 35%. Aan de hand van een aantal steekproeven is de gemiddelde tijdsbesteding van een orderpicker bepaald. Op basis daarvan kon een schatting van de totale besparing op orderpicktijd gedaan worden. Voor PR2 bleek dit iets meer dan 6% te zijn en voor PRA iets minder dan 8%. Vervolgens is er een begroting opgesteld voor beide alternatieven. Hierbij is gekeken naar de hoeveelheid arbeid die verricht moet worden door eigen personeel en een externe stellingbouwer. Ook aanschaf van extra benodigd materiaal is hierin opgenomen. De begrotingen bedragen voor PR2 en PRA respectievelijk €40.018 en €105.930. Nu de begrotingen en besparingen op orderpicktijd bekend waren, konden we de terugverdientijden berekenen. Deze bleken voor PR2 en PRA respectievelijk 2,7 jaar en 5,7 jaar te zijn. We hebben op basis van deze terugverdientijden samen met de totale kosten en een aantal operationele criteria een multicriteria-analyse uitgevoerd. Hierin scoorde PR2 8,66 en PRA 7,25 op een schaal van 10. De hoge score voor PR2 heeft te maken met de hoge scores op de financiële criteria en de realiseerbaarheid, die relatief zwaar wegen.

In het volgende hoofdstuk worden kort de keuze en het verkregen resultaat ten opzichte van de huidige situatie besproken. Daarna wordt een implementatieplan voorgesteld.

9 KEUZE & IMPLEMENTATIE

In dit hoofdstuk wordt eerst besproken welk alternatief uiteindelijk gekozen is. Dit alternatief wordt vervolgens vergeleken met de huidige situatie om te bekijken wat nu de daadwerkelijk verbetering is. In hoofdstuk 9.2 wordt een stappenplan gepresenteerd voor de implementatie van het gekozen alternatief.

9.1 TOELICHTING KEUZE EN RESULTAAT

Hieronder zal de uiteindelijke keuze kort worden toegelicht en daarna zullen de resultaten nog een keer overzichtelijk gepresenteerd worden.

9.1.1 Keuze

Op basis van de multicriteria-analyse kiezen we voor PR2. Deze heeft een acceptabele capaciteit, namelijk een beter verdeeld aantal picklocaties en voldoende opslaglocaties. Binnen de lay-out van PR2 is er een goede zonering mogelijk, zoals is aangetoond in Appendix 12.9. De gemiddelde afstand van de hardlopers tot het ontvangst- en verzenddepot is minstens zo kort als in de huidige situatie. Wat in het bijzonder de doorslag gaf is dat de uitvoering van het alternatief goed realiseerbaar is. De verbouwingen kunnen in fases tussen de normale werkzaamheden door plaatsvinden. In het implementatieplan zal dit worden aangetoond. Verder zijn de kosten van de verbouwing in verhouding tot de verwachte jaarlijkse besparingen zeer gering. Naar verwachting is de investering binnen enkele jaren terugverdiend. Vanuit een korte termijn visie is dit dus de beste keuze.

9.1.2 Resultaat

Hieronder worden de behaalde resultaten in drie verschillende tabellen gepresenteerd. Tabel 9-i laat de resultaten zien die gebaseerd zijn op het programma van eisen. In Tabel 9-ii wordt aangetoond in hoeverre de knelpunten zijn aangepakt. Tenslotte wordt in Tabel 9-iii nogmaals een zeer beknopt overzichtje gegeven met de belangrijkste financiële resultaten.

Tabel 9-i

Programma van eisen	Huidig	PR2
Europallet picklocaties	1001	915
1/2 Europallet picklocaties	890	888
Dubbeldiepe picklocaties <2,6m	1217	986
Dubbeldiepe picklocaties >2,6m	457	594
Gemiddelde loopafstand per order	308,69m	223,41m

Uit de knelpuntenanalyse kwam naar voren dat het probleem vooral in de <2,6m dubbeldiepe picklocaties zat. Hier zijn er nu veel meer van. Dit is zoals te zien is wel ten koste gegaan van andere soorten locaties. We merken wederom op dat het aantal dubbeldiepe picklocaties >2,6m minder is toegenomen dan verwacht zou worden op basis van een blik op de nieuwe plattegrond. Dit heeft zoals gezegd te maken met de keuze om niet meer dan 2 picklocaties boven elkaar te hebben, omdat die lage locaties niet effectief bleken. De loopafstand per order is fors afgenomen ten opzichte van de huidige lay-out.

Tabel 9-ii

Knelpuntenanalyse	Huidig	PR2
Max oversteek van artikelen	60cm	20cm
Pickfrequentie inzichtelijk	Nee	Ja
Te weinig locaties voor SKU's met lengte tussen 2,6m en 3,2m	1321	2186

Uit de knelpuntenanalyse kwam naar voren dat er veel schades veroorzaakt werden door uit de stelling stekende artikelen. De maximale oversteek is in PR2 met 40cm verminderd. De pickfrequentie was ook niet direct inzichtelijk. Als gevolg van de analyse van de huidige situatie is er nu een bestand waarin de pickfrequentie per artikel duidelijk inzichtelijk is. Deze dient wel regelmatig te worden vernieuwd. Er waren te weinig locaties voor artikelen tussen 2,6m en 3,2m. In de tabel is te zien dat dit aantal van 1321 in het huidige magazijn naar 2186 locaties gaat in PR2.

Tabel 9-iii

Financiële resultaten	PR2
Investering	€ 40.018
Besparing per jaar	€ 14.880
Terugverdientijd	2,7 jaar

De derde tabel geeft nogmaals weer dat met een investering van ruim 40 duizend euro bijna 15 duizend euro per jaar bespaard kan worden. PR2 zal dus naar verwachting binnen enkele jaren terugverdiend zijn. We herhalen opnieuw dat deze getallen gebaseerd zijn op ruwe schattingen.

9.2 IMPLEMENTATIE

Nu er een gewenste lay-out is ontworpen rest nog enkel de vraag hoe deze geïmplementeerd zou kunnen worden. Dat wordt in dit hoofdstuk beschreven. We beginnen met een tabel, waarin de verschillende stappen die uitgevoerd moeten worden onder elkaar worden gezet. Per stap wordt er aangegeven hoeveel verplaatsingen van pallets hiervoor nodig zijn. Om een stelling af te breken moet deze namelijk eerst geleegd worden. Het aantal verplaatsingen is dus gebaseerd op het aantal pallets dat er uit de stelling gehaald moeten worden. Deze getallen zijn gebaseerd op een moment opname van de voorraad en kunnen dus op ieder moment weer anders zijn. Ze dienen hier slechts ter indicatie. Naast het aantal verplaatsingen wordt een indicatie gegeven van het aantal FTE dat men hier voor nodig heeft. Dit kan later gebruikt worden voor het opstellen van een begroting. Ook wordt er nog bij gehouden hoeveel liggers en staanders er vrij komen of benodigd zijn per stap. In Tabel 9-iv is te zien dat er bij stap 5, 160 liggers beschikbaar komen doordat die weggehaald worden uit de stellingen in CE. In stap 6 en 7 worden er vervolgens $49 + 89$ pallets verplaatst uit gangpad BB(even). Dit kost 3,27 uur aan loonkosten. De liggers die daar in de stellingen zitten worden opnieuw geplaatst. Er worden $54 + 54$ liggers extra geplaatst om meer locaties te krijgen. Er zijn nu nog 54 liggers beschikbaar, daarom volgt er een stap die liggers oplevert, stap 8. In Microsoft Excel is geverifieerd dat het totaal aantal beschikbare liggers en staanders niet onder nul zal komen indien dit stappenplan wordt gevolgd. Tenslotte staat er in de laatste kolom welke ‘actor’ de stap uit dient te voeren. De stappen die uitgevoerd moeten worden door het werkvloerpersoneel kunnen grotendeels onder beschikbare tijd voor ‘overige werkzaamheden’ worden gedaan. Het stappenplan is te zien in Tabel 9-iv. Onder de tabel worden de stappen in meer detail besproken.

Tabel 9-iv

	Omschrijving stappen	Verplaatsingen	Arbeidsuren	Liggers	Staanders	Uit te voeren door: (actoren)
1	150 liggers bestellen					Kantoorpersoneel in het magazijn
2	BB, BC, BD, BE zo min mogelijk vullen					Replenishers
3	CE(XX)04 & CE(XX)05 niet replenishen					Replenishers
4	CD(XX)05 zo min mogelijk replenishen					Replenishers
5	Liggers weghalen bij lege locaties CE(XX)04/05			160		Werkvloerpersoneel
6	BB(even) liggers herplaatsen	49	3,27	-54		Werkvloerpersoneel
7	BC(oneven) liggers herplaatsen	89	5,93	-54		Werkvloerpersoneel
8	BR picklocaties naar BB(even)+BC(oneven)	369	24,60	72		Werkvloerpersoneel
9	BC(even) liggers herplaatsen	110	7,33	-60		Werkvloerpersoneel
10	EA(oneven) picklocaties naar BC(even)	114	7,60	32		Werkvloerpersoneel
11	Zodra 150 liggers binnen zijn			150		
12	BD(oneven) liggers herplaatsen	105	7,00	-26		Werkvloerpersoneel
13	BD(even) liggers herplaatsen	112	7,47	-30		Werkvloerpersoneel
14	BE(oneven) liggers herplaatsen	88	5,87	-36		Werkvloerpersoneel

15	BE(even) liggers herplaatsen	102	6,80	-30		Werkvloerpersoneel
16						Werkvloerpersoneel/
	BK, BL & BM leeghalen en afbreken	713	47,53	444	80	Externe stellingbouwer
17	BL opbouwen			-432	-60	Externe stellingbouwer
18						Werkvloerpersoneel/
	CA(oneven) & CB(even) leeghalen en afbreken	363	24,20	516	72	Externe stellingbouwer
19	CA(oneven) & CB(even) opbouwen			-430	-48	Externe stellingbouwer
20	EA(even) picklocaties naar CA(oneven)	233	15,53			Werkvloerpersoneel
21						Werkvloerpersoneel/
	CK(oneven) leeghalen en afbreken	78	5,20	56	12	Externe stellingbouwer
22						Werkvloerpersoneel/
	BN(oneven) leeghalen en afbreken	119	7,93	192	36	Externe stellingbouwer
23						Werkvloerpersoneel/
	BN(even) & BP(oneven) leeghalen en afbreken	268	17,87	178	40	Externe stellingbouwer
24	BM & BP(oneven) opbouwen			-624	-116	Externe stellingbouwer
25	Liggers weghalen bij lege locaties CD(XX)05			80		Werkvloerpersoneel
26	BF, BG, BH, BJ 2 lagen picklocaties maken			-78		Werkvloerpersoneel

27	CD(oneven) & CE(even) leeghalen en afbreken	417	27,80	516	96	Werkvloerpersoneel/ Externe stellingbouwer
28	CD(oneven) & CE(even) opbouwen			-520	-96	Externe stellingbouwer
29	CK(even) & DC(even) leeghalen en afbreken	352	23,47	302	54	Werkvloerpersoneel/ Externe stellingbouwer
30	CK(even) & DC(even) opbouwen			-294	-54	Externe stellingbouwer
	SOM	3681	245,4	30	16	

Nu zal in meer detail beschreven worden hoe de implementatie van de voorgestelde oplossing kan geschieden. Er wordt stap voor stap uitgelegd welke handelingen er verricht moeten worden en wat de consequenties en benodigdheden hiervan zijn. Deze tekst is ter verduidelijking van het stappenplan in bovenstaande tabel. Het aantal verplaatsingen en liggers staan in de tabel, dus zal hier niet steeds herhaald worden.

- *Stap 1:* Vanwege de vrij lange levertijd van liggers voor de stellingen dienen deze op tijd besteld te worden. Dus het is goed om daar mee te beginnen. Er is gekozen voor een aantal van 150 liggers. Daarmee blijft er voor alle logistieke categorieën voldoende opslagcapaciteit en is er gelijk een buffer voorraad voor eventueel beschadigde liggers in de toekomst.
- *Stap 2-4:* De stellingen in gangpaden BB, BC, BD en BE moeten zo min mogelijk gevuld worden. Deze worden als eerste aangepakt, dus het vullen van deze locaties leidt gelijk tot extra verplaatsingen zodra de verbouwing daar begint. De locaties op hoogte 04 & 05 in gangpad CE dienen ook niet gereplenished te worden. Dit zijn kleine picklocaties op legborden, die straks niet meer beschikbaar zullen zijn. Om diezelfde reden wordt ook aangeraden om de locaties in gangpad CD op hoogte 05 zo min mogelijk te replenishen.
- *Stap 5:* De eerste volgende stap is het weghalen van de liggers op hoogte 04 en 05 in gangpad CE. Hierbij komen 160 liggers vrij, die direct gebruikt kunnen worden in de volgende stap.
- *Stap 6:* De liggers aan de rechter (even) kant van BB worden opnieuw geplaatst, volgens de tekening. Hierdoor worden er extra picklocaties voor logistieke categorie LK810 en standaard europallet opslaglocaties gecreëerd.
- *Stap 7:* Vervolgens worden de liggers in gangpad BC(oneven) opnieuw geplaatst, zodat dit gangpad dezelfde inrichting krijgt als gangpad BB(even).
- *Stap 8:* Nu er in BB en BC extra kleine picklocaties zijn gecreëerd kunnen de artikelen op de picklocaties in BR naar BB(even) en BC gehaald worden. Daarna kunnen de vrije liggers op hoogte 04 en 05 worden weggehaald, zodat er 'normale' europallet picklocaties overblijven in BR.
- *Stap 9-10:* Met deze extra liggers kan BC(even) ook zoals BC(oneven) ingericht worden en vervolgens de picklocaties van EA(oneven) ook naar BB en BC worden gehaald.
- *Stap 11-15:* Als de 150 bestelde liggers inmiddels zijn binnen gekomen, kunnen er nog extra opslaglocaties gecreëerd worden in gangpad BD en BE. De liggers worden ook hier allemaal zo geplaatst, dat de locaties 120cm hoog zijn.
- *Stap 16-17:* Nu er voldoende extra locaties zijn gecreëerd kunnen de stellingen in gangpaden BK, BL en BM worden leeggehaald en afgebroken. Vervolgens wordt de nieuwe (3,2 m) stelling in BL weer opgebouwd en zijn er alvast weer extra 3,2m locaties gecreëerd.
- *Stap 18-20:* De volgende stap is het leeghalen en afbreken van de stellingen in CA(oneven) en CB(even). CA(oneven) hoeft slechts half afgebroken te worden. Van de voorste stelling (2 liggers diep) hoeven alleen de liggers opnieuw geplaatst te worden. De locaties moeten wel allemaal leeg

gehaald worden, omdat de achterste stelling van de dubbeldiep locaties wel wordt afgebroken. CA(oneven) wordt dus van een dubbeldiep (2,6m) stelling omgebouwd tot een enkeldiep (europallet) stelling. CB(even) wordt vervolgens weer opgebouwd als 3,2m stelling. Picklocaties die nog gevuld zijn in BR en EA kunnen nu worden verplaatst naar CA(oneven).

- *Stap 21 -23:* Voor de volgende stap zijn er meer liggers benodigd dan er op dit punt beschikbaar zijn. Daarom wordt eerst stelling CK(oneven) leeggehaald en voor de helft afgebroken. De achterste stelling blijft staan, zodat er een enkeldiep stelling voor bijvoorbeeld lege europallets over blijft. Vervolgens worden BN en BP(oneven) leeggehaald en afgebroken.
- *Stap 24:* In de gecreëerde ruimte en met de vrijgekomen staanders en liggers worden nieuwe 3,2m stellingen met gangpaden BM & BP(oneven) opgebouwd.
- *Stap 25-26:* In gangpad CD worden de liggers op hoogte 05 nu weggehaald, zodat met de op dat moment beschikbare liggers in BF, BG, BH en BJ overal 2 picklocaties boven elkaar (hoogte 01 en 03) gemaakt kunnen worden.
- *Stap 27-30:* De laatste stappen zijn het verbouwen van de stellingen in ten eerste gangpaden CD(oneven) en CE(even) en daarna in CK(even) en DC(even), zodat de oversteek van lange artikelen (langer dan 2,6m) sterk worden verminderd. Met de inmiddels gecreëerde extra locaties moet het mogelijk zijn om de vrijgekomen pallets in die stellingen een plaats te geven, mits de verbouwing weer in twee fases plaatsvindt.

Als de verbouwing in bovenstaand volgorde plaatsvindt en er geen extreme wijzigingen in de magazijninhoud zijn voorgevallen, zijn er voldoende locaties om de vrijgekomen pallets bij het leeg halen van een stelling een (tijdelijke) nieuwe plaats te geven. Ook zijn er te allen tijde voldoende liggers en staanders voor handen.

Het is niet reëel om gelijk alle vrijgekomen pallets op de gewenste nieuwe (vaste) locatie te plaatsen. Dit proces dient na de verbouwing geleidelijk plaats te vinden, waarbij pallets steeds zo dicht mogelijk bij de gewenste locaties geplaatst worden. Wel kan er tijdens de verbouwing met het leeg halen van de stellingen wel gelijk rekening worden gehouden met hardlopers en langzaamlopers, zodat de langzaamlopers gelijk naar achteren in het magazijn (eventueel alleen op opslaglocaties) geplaatst worden. Hardlopers blijven dan toch op gunstige locaties liggen. Tijdens extra werkzaamheden op momenten dat daar tijd voor is kunnen er ook pallets verplaatst worden naar gewenste locaties.

9.3 SAMENVATTING

In dit hoofdstuk hebben we toegelicht dat PR2 goed realiseerbaar is en dat de investering naar verwachting binnen enkele jaren is terugverdiend. Vanuit een korte termijnvisie is dit dus de beste keuze. Het resultaat hebben we ook bekeken door PR2 te vergelijken met de huidige situatie aan de hand van het in hoofdstuk 7 opgesteld programma van eisen, de knelpuntenanalyse in hoofdstuk 4 en de financiële resultaten die we hebben besproken in hoofdstuk 8. Er zijn nu meer picklocaties voor artikelen die langer zijn dan 2,6 meter beschikbaar. Dit is echter wel ten koste gegaan van het aantal picklocaties voor europalletlocaties en locaties voor artikelen die korter zijn dan 2,6 meter, maar we hebben in hoofdstuk 7 aangetoond dat er hier nog steeds ruim genoeg van zijn. De verwachting is er ook dat er minder schades zullen zijn vanwege de oversteek van de lange artikelen. Er is tevens een duidelijk overzicht van de verschillende categorieën hardlopers. Tenslotte is nogmaals genoemd dat de benodigde investering voor PR2 ruim €40.000 is en die binnen 2,7 jaar zal zijn terugverdiend.

Er is ook een implementatieplan opgesteld in dit hoofdstuk. Deze zullen we hier verder niet herhalen, daarvoor verwijzen we naar het vorige hoofdstuk (9.2).

10 CONCLUSIES & AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk worden ten eerste de conclusies genoemd die we kunnen trekken uit de behaalde resultaten. Daarna vervolgen we met enkele aanbevelingen die we doen aan het management van RaamDec.

10.1 CONCLUSIE

In dit onderzoek hebben we gezocht naar een verbetering van de huidige inrichting van het magazijn van RaamDec. Er heerste het vermoeden dat er hier en daar nog wel wat ruimte voor verbetering was. De vraag die ons dus gesteld was, is of de lay-out van het logistiek centrum van RaamDec logischer kan worden ingericht, zodat onder meer orderpicking efficiënter kan worden uitgevoerd.

We hebben ons eerst verdiept in de huidige situatie bij RaamDec. Uit de data en overige informatie die we geanalyseerd hebben, zijn een aantal knelpunten gedetecteerd. De belangrijkste hiervan zijn ten eerste dat de artikelen die langer zijn dan 2,6m ver uit hun stelling steken en daardoor veel beschadigd worden. De tweede is dat er te weinig locaties beschikbaar zijn voor die artikelen langer dan 2,6m.

We hebben vervolgens vanuit twee benaderingen naar verbeteringen gezocht, namelijk vanuit een green field perspectief en een brown field perspectief. Het ontwerp dat we hebben verkregen vanuit het green field perspectief bleek op het eerste oog erg bevredigend. Een forse toename in het aantal locaties voor artikelen langer dan 2,6m is gerealiseerd, zodat er meer ruimte is voor de verwachte groei in langere artikelen. Ook is aan alle vooraf gestelde harde eisen voldaan.

Vanuit het brown field perspectief zijn we tot twee ontwerpen gekomen, namelijk PR1 en PR2. Deze hebben we met elkaar vergeleken en op basis van opslag- en pickcapaciteit was het verschil tussen de beide ontwerpen nihil. Wel bleek na het invullen van de logistieke categorieën in zones in de beide lay-outs dat PR2 veel beter uitkwam, zodat artikelen van dezelfde omvang en vorm meer bij elkaar konden worden geplaatst. PR1 is toen dus geschrapt als mogelijk alternatief. PR2 voldoet niet aan alle gestelde eisen, maar blijkt het meest bevredigend te zijn, met in ieder geval ruim voldoende locaties voor lange artikelen en een goede verdeling van zones binnen de lay-out.

In hoofdstuk 8 zijn PR2 en PRA met elkaar vergeleken. PRA bleek de beste zonering te hebben, omdat uit een steekproef is gebleken dat de gemiddelde reisafstand per order voor PRA met 35% is afgenomen ten opzichte van de huidige lay-out. Voor PR2 was dit 28%. Echter heeft een door ons opgestelde begroting uitgewezen dat de verwachte investeringskosten voor PRA bijna drie keer zo groot zijn als die van PR2. Het realiseren van de situatie van PRA kost naar schatting ruim boven de €100.000, waar PR2 met ruim €40.000 al gerealiseerd kan worden. De verwachte jaarlijkse kostenbesparing voor PR2 en PRA is respectievelijk een kleine vijftienduizend en negentienduizend euro. Het verschil hiervan is relatief klein, waardoor vanuit een korte termijnvisie de voorkeur alsnog naar PR2 gaat. De multicriteria-

analyse resulteerde in dezelfde conclusie: vanuit een korte termijnvisie geniet PR2 de voorkeur. Met name de realiseerbaarheid en de terugverdientijd gaven hierbij de doorslag.

Wanneer we teruggaan naar de centrale hoofdvraag die in het begin van dit onderzoek is gesteld, kunnen we concluderen dat door de voorgestelde lay-out en invulling van PR2 te realiseren, het logistiek centrum beter is ingericht, waarbij het orderpickproces efficiënter kan verlopen.

10.2 AANBEVELINGEN

Hieronder wordt een lijst gepresenteerd met een aantal aanbevelingen die wij willen doen aan het management van RaamDec. Sommigen maken ook al deel uit van de aangeleverde oplossing eerder in dit verslag, maar verdienen naar ons inzien een extra vermelding.

- Regelmatig een artikellijst met het aantal orderregels per artikelen van het afgelopen half jaar uitdraaien en dit aan de hand van een categorie, die aangeeft of het al dan niet een hardloper is (bijvoorbeeld ABC), aangeven in het WMS. Zo wordt voorkomen dat er bijvoorbeeld trendgevoelige artikelen die eigenlijk niet veel meer worden afgezet toch op waardevolle picklocaties blijven liggen.
- De kleine artikelen die verzameld worden van kleine locaties naar voren halen (bijvoorbeeld in gangpad BB). Deze artikelen moeten relatief vaak gepickt worden en liggen nu helemaal achter in het magazijn. Ze nemen tevens relatief weinig ruimte in beslag van die waardevolle picklocaties.
- De steekproeven in dit onderzoek zijn uitgevoerd met relatief kleine aantallen metingen, waardoor bepaalde conclusies zijn getrokken uit ruwe schattingen. In dit onderzoek was er te beperkte tijd om hele uitgebreide metingen te doen. Het verdient dus de aanbeveling om voor een nauwkeurige berekening van de jaarlijkse kostenbesparing van het verkregen ontwerp twee steekproeven uitgebreider opnieuw uit te voeren. Dit kan bijvoorbeeld door een uitzendkracht gedaan worden. De tijdsverdeling van een orderpicker kan nauwkeuriger worden bepaald als er met meer orders wordt meegelopen en de gemiddelde loopafstand van een order per alternatief kan nauwkeuriger worden berekend als de afstand voor meer orders wordt bepaald.
- Als artikelen die in grote hoeveelheden de deur uitgaan per maand van binnenkomst een andere kleur stikker krijgen, kan gemakkelijker aan de wens om met FIFO te werken worden voldaan. Omdat het WMS nog niet bepaalt van welke locatie een vol pallet met artikelen moet worden gehaald om een picklocatie aan te vullen blijven er vaak oudere artikelen lang liggen. Door de pallets per maand van binnenkomst een andere kleur te geven valt het gelijk op welke er het langst staan.

11 REFERENTIES

- Baker, P., & Canessa, M. (2009). Warehouse design: A structured approach. *European Journal of Operational Research*, 193, 425-436.
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2011). *Warehouse & Distribution Science*, Release 0.95.
- RaamDec bedrijfsinformatie*. (2013). Opgehaald van RaamDec, wereldwijd leverancier van raamdecoratie: www.RaamDec.com
- Goodwin, P., & Wright, G. (2009). *Decision Analysis for Management Judgment* (4th ed.). Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, pp. 1-21.
- Malmborg, C. J., & Bhaskaran, K. (1990, February). A revised proof of optimality for the cube-per-order index rule for stored item location. *Applied Mathematical Modelling*, 14, 87-95.
- Muther, R. (2005). Overview of Systematic Layout Planning (SLP).
- Tompkins, J. A., & Smith, J. D. (1998). *The Warehouse Management Handbook*. Tompkins Press.

12 APPENDICES

12.1 TOP 100 UITGAANDE SKU'S

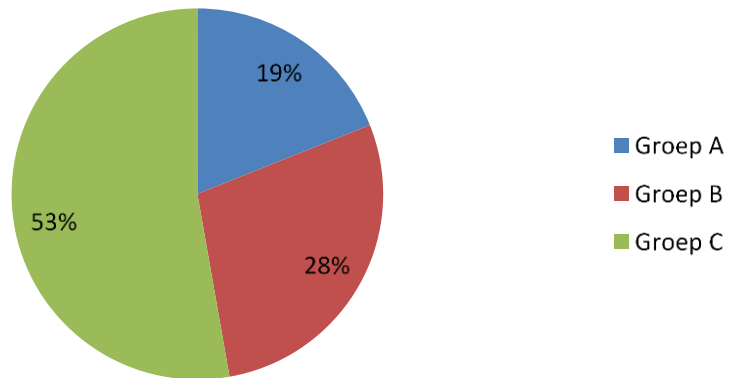
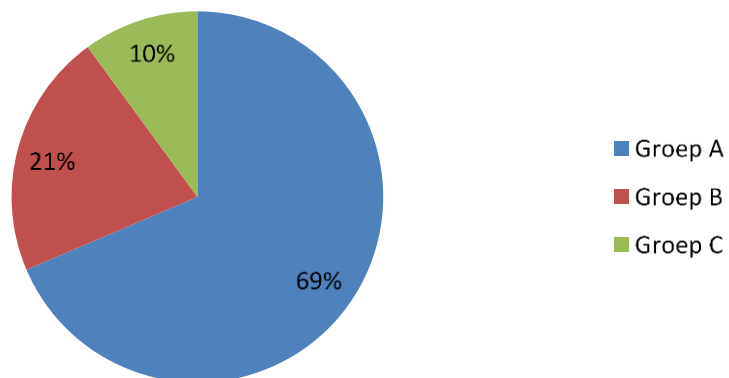
	SKU	#hits
1		281
2		261
3		244
4		228
5		214
6		204
7		168
8		165
9		164
10		159
11		156
12		151
13		150
14		148
15		141
16		133
17		132
18		129
19		128
20		127
21		121
22		120
23		117
24		113
25		111
26		110
27		109
28		109
29		108
30		105
31		104
32		103
33		101
34		101
35		99
36		98
37		96
38		94
39		92
40		92
41		89
42		89
43		89
44		88
45		87
46		87
47		87
48		86
49		85
50		84

	SKU	#hits
51		84
52		82
53		81
54		81
55		81
56		81
57		80
58		80
59		79
60		79
61		79
62		78
63		77
64		77
65		77
66		76
67		75
68		75
69		74
70		74
71		74
72		74
73		73
74		72
75		71
76		71
77		70
78		70
79		70
80		69
81		68
82		66
83		66
84		66
85		66
86		66
87		65
88		65
89		65
90		64
91		64
92		64
93		63
94		63
95		62
96		62
97		62
98		62
99		62
100		61

12.2 TOP 100 IN- EN UITGAANDE SKU'S

	SKU	#hits
1		291
2		285
3		249
4		234
5		218
6		211
7		175
8		172
9		168
10		163
11		161
12		160
13		155
14		153
15		148
16		136
17		135
18		134
19		133
20		131
21		125
22		124
23		124
24		123
25		119
26		116
27		115
28		110
29		109
30		109
31		105
32		105
33		104
34		104
35		103
36		102
37		98
38		97
39		96
40		96
41		95
42		94
43		93
44		93
45		93
46		90
47		90
48		90
49		90
50		89

	SKU	#hits
51		87
52		87
53		87
54		86
55		84
56		84
57		83
58		83
59		83
60		82
61		82
62		82
63		81
64		80
65		80
66		80
67		79
68		79
69		78
70		78
71		78
72		76
73		76
74		74
75		73
76		73
77		73
78		73
79		72
80		72
81		70
82		70
83		69
84		68
85		68
86		68
87		68
88		68
89		67
90		67
91		67
92		66
93		66
94		65
95		65
96		65
97		64
98		64
99		64
100		64

12.3 ABC**SKU's per groep****Orderregels per groep**

12.4 LOGISTIEKE CATEGORIEËN

12.4.1 Oude logistieke categorieën

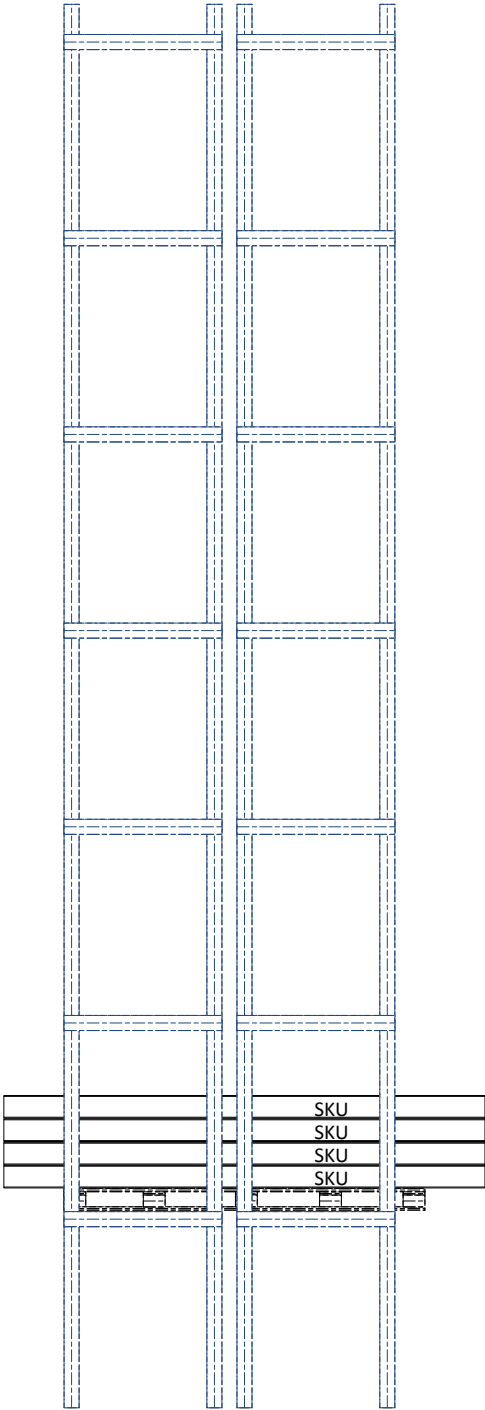
Code	#SKU	Soort	Lengte
LK110	215	Lengtes > 3,2 meter	
LK210	39	Screenrollen	≥ 300 cm lang
LK250	221	Screenrollen	> 200 cm en < 300 cm lang
LK280	25	Screenrollen	≤ 200 cm lang
LK310	120	RF Rollen ≥ 19 cm Ø	> 260 cm lang
LK350	227	RF Rollen ≥ 19 cm Ø	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
LK380	0	RF Rollen ≥ 19 cm Ø	≤ 130 cm lang
LK410	47	RF Rollen < 19 cm Ø	> 260 cm lang
LK450	203	RF Rollen < 19 cm Ø	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
LK480	0	RF Rollen < 19 cm Ø	≤ 130 cm lang
LK510	0	RF Cartons > 20x20 cm	> 260 cm lang
LK520	41	RF Cartons > 20x20 cm	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
LK530	0	RF Cartons > 20x20 cm	≤ 130 cm lang
LK540	23	RF Cartons > 16x16 cm ≤ 20x20 cm	> 260 cm lang
LK550	346	RF Cartons > 16x16 cm ≤ 20x20 cm	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
LK560	0	RF Cartons > 16x16 cm ≤ 20x20 cm	≤ 130 cm lang
LK570	0	RF Cartons ≤ 16x16 cm	> 260 cm lang
LK580	131	RF Cartons ≤ 16x16 cm	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
LK590	0	RF Cartons ≤ 16x16 cm	
LK610	349	Plissés	
LK710	19	Slats 50 mm	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
LK715	81	Slats 50 mm	> 260 cm lang
LK720	5	Slats 25 mm + 65 mm	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
LK725	43	Slats 25 mm + 65 mm	> 260 cm lang
LK730	15	Bottomrail 50 mm	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
LK735	85	Bottomrail 50 mm	> 260 cm lang
LK740	10	Bottomrail 25 mm + 65 mm	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
LK745	38	Bottomrail 25 mm + 65 mm	> 260 cm lang
LK750	9	Valance 50 mm	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
LK755	7	Valance 50 mm	> 260 cm lang
LK760	4	Valance 25 mm + 65 mm	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
LK765	98	Valance 25 mm + 65 mm	> 260 cm lang
LK770	65	Overig	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
LK775	74	Overig	> 260 cm lang
LK810	1656	Verzameldozen	
LK850	1744	Volle dozen	
LK910	9	Overig (machines en groot volume)	

12.4.2 Nieuwe logistieke categorieën

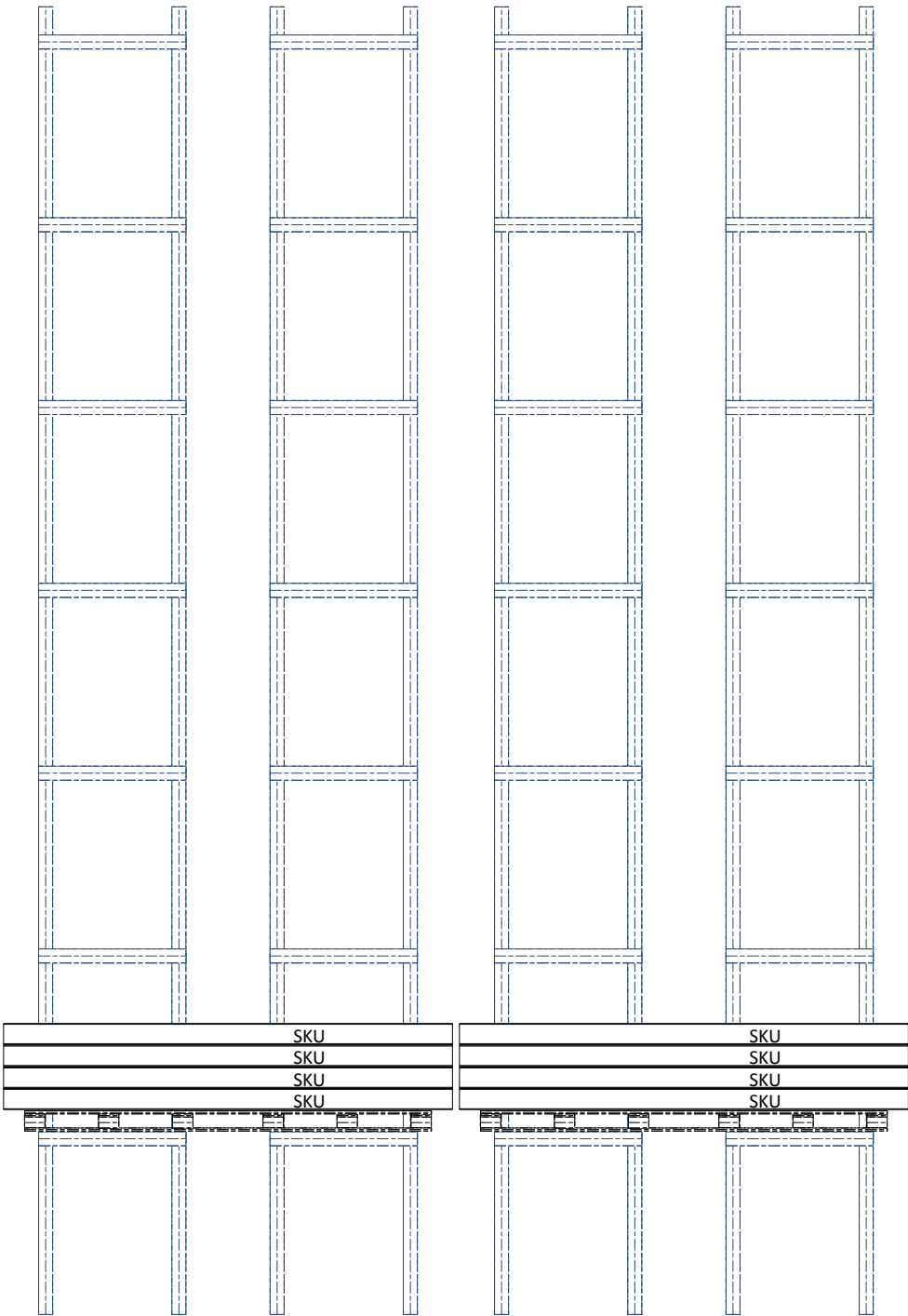
Lengtes > 3,2 meter	LK100		
Lengtes > 3,2 meter		LK120	
Screenrollen	LK200		
Screenrollen		LK290	≤ 130 cm lang
Screenrollen		LK260	> 130 cm en < 260 cm lang
Screenrollen		LK230	≥ 260 cm lang
RF Rollen ≥ 19 cm Ø	LK300		
RF Rollen ≥ 19 cm Ø		LK390	≤ 130 cm lang
RF Rollen ≥ 19 cm Ø		LK360	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
RF Rollen ≥ 19 cm Ø		LK330	> 260 cm lang
RF Rollen < 19 cm Ø	LK400		
RF Rollen < 19 cm Ø		LK490	≤ 130 cm lang
RF Rollen < 19 cm Ø		LK460	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
RF Rollen < 19 cm Ø		LK430	> 260 cm lang
Hout	LK500		
Slats 50 mm		LK510	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
Slats 50 mm		LK515	> 260 cm lang
Slats 25 mm + 65 mm		LK520	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
Slats 25 mm + 65 mm		LK525	> 260 cm lang
Bottomrail 50 mm		LK530	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
Bottomrail 50 mm		LK535	> 260 cm lang
Bottomrail 25 mm + 65 mm		LK540	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
Bottomrail 25 mm + 65 mm		LK545	> 260 cm lang
Valance 50 mm		LK550	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
Valance 50 mm		LK555	> 260 cm lang
Valance 25 mm + 65 mm		LK560	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
Valance 25 mm + 65 mm		LK565	> 260 cm lang
Overig		LK570	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
Overig		LK575	> 260 cm lang
RF Cartons	LK600		
RF Cartons ≤ 16x16 cm		LK690	≤ 130 cm lang
RF Cartons > 16x16 cm ≤ 20x20 cm		LK680	≤ 130 cm lang
RF Cartons > 20x20 cm		LK670	≤ 130 cm lang
RF Cartons ≤ 16x16 cm		LK660	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
RF Cartons > 16x16 cm ≤ 20x20 cm		LK650	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
RF Cartons > 20x20 cm		LK640	> 130 cm en ≤ 260 cm lang
RF Cartons ≤ 16x16 cm		LK630	> 260 cm lang
RF Cartons > 16x16 cm ≤ 20x20 cm		LK620	> 260 cm lang
RF Cartons > 20x20 cm		LK610	> 260 cm lang
Plissés	LK700		
Plissés		LK730	
Dozen	LK800		
Verzameldozen		LK810	
Volle dozen		LK850	
Overig (machines en groot volume)	LK900		
Overig (machines en groot volume)		LK910	

12.5 STELLING OPBOUW >2,6M LOCATIES

12.5.1 Huidig

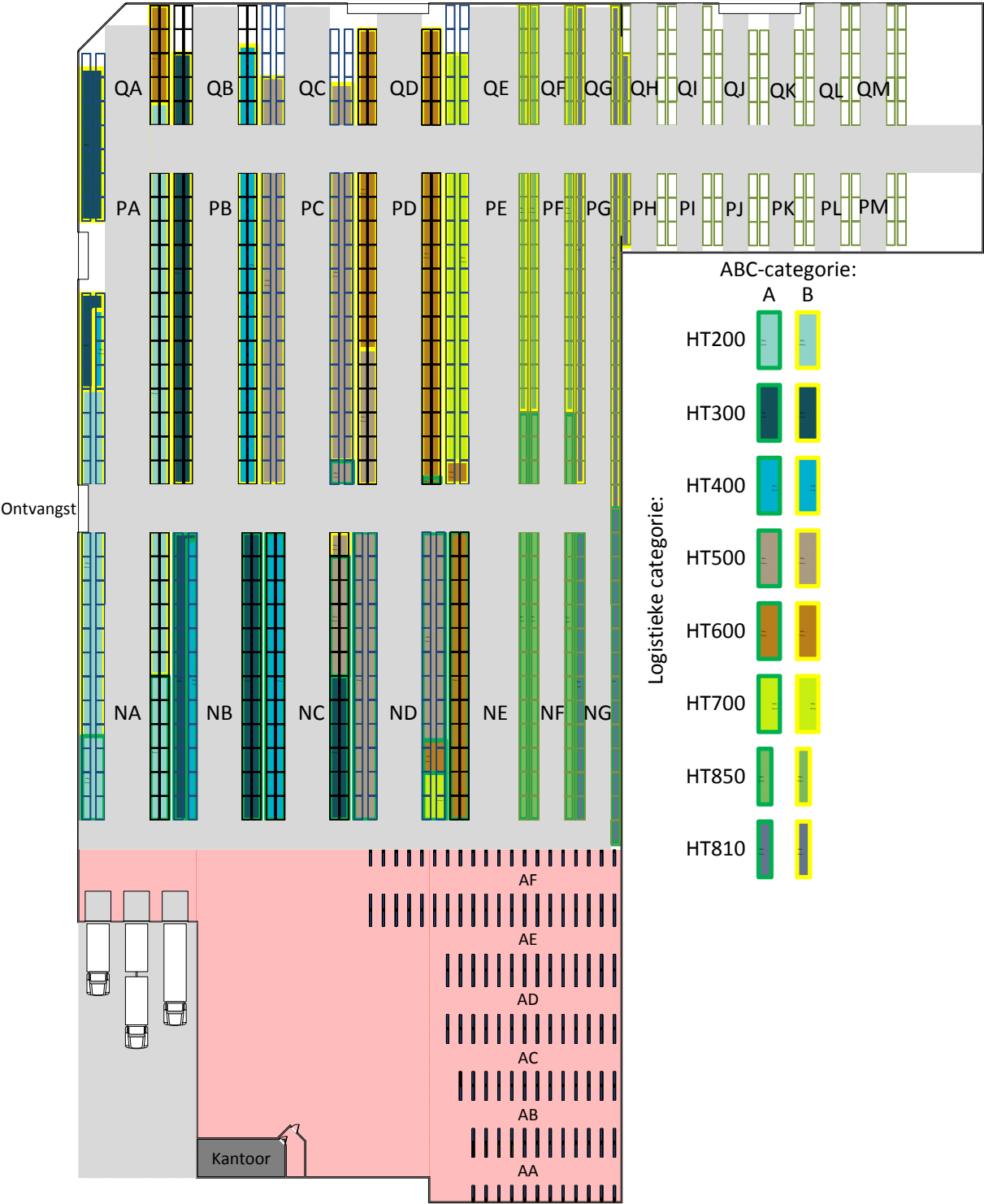


12.5.2 Nieuw



Zij-aanzicht (Vanuit hoofdgangpad)

12.6 LOGISTIEKE CATEGORIEËN INGEVULD IN PRA



12.7 LOOPROUTE PER ALTERNATIEF

Ordernummer	Huidig	Afstand(cm)	PR2.3	Afstand(cm)	PRA	Afstand(cm)
Artikelnummers	CA3301	2036	CC0303	2498	NB0403	1687
	CA5701	1120	CC1303	467	NB1403	467
	CB3201	4955	CC1901	280	NB2001	280
	CB5401	1027	CC4101	1027	NB3201	560
	CB5801	187	CC5301	560	NB3601	187
	CF0503	6927	CD0601	3592	NB6201	1213
	CF2901	1120	CD0801	93	NC0403	4105
	CF2812	93	CD2803	933	NC0703	187
	CA4103	8149	CF0403	3511	NC1301	280
	CA4301	93	CF0803	187	NC1401	0
	CA4303	0	CF0701	0	NC1503	93
	CB0801	3182	CF0903	93	NC1703	93
	CB1803	467	CF1101	93	NC2301	280
	CB2801	467	CF1301	93	NC2701	187
	CF5503	7860	CF2101	373	NC4301	747
	CH1901	5243	CG0203	1873	NC4703	187
	CJ1201	2247	CG0403	93	NC5503	373
	CJ5601	2053	CG1103	373	NC6503	467
	CJ2509	1400	BL2703	2741	ND3903	2849
	CJ3404	373	CH1601	3778	PD0101	2053
	CB5104	10777	CJ1701	3553	NE4101	2782
	Depot	3839	Depot	9147	Depot	3534
	BP4101	9414	BD1401	2558	NE2001	2507
	BN2401	3600	BE1801	1841	PE2601	4200
	BN3003	280	BE1803	0	PE4401	840
	BN4203	560	BE2103	187	PF0401	2921
	BK2003	4613	BF1301	2021	PF1301	467
	BK3501	747	BF2301	467	PF3203	840
	BJ1101	2677	BF2701	187	NF4503	3267
	BH0101	1025	BF5001	1027	NF4301	93
	BF1201	1617	BG0103	2805	NF4303	0
	Depot	3083	Depot	3612	Depot	4300
		91230		50064		42045

Ordernummer	Huidig	Afstand(cm)	PR2.3	Afstand(cm)	PRA	Afstand(cm)
Artikelnummers	CB0301	1607	BL0101	5655	ND0101	619
	CB1101	373	BL0701	280	ND1301	560
	CB1304	93	BL0901	93	ND1701	187
	CC1015	1877	BL3903	1400	ND4301	1213
	CC2103	560	BL4103	93	ND4803	187
	CC3503	653	BL3601	280	ND5601	373
	CC5103	747	BL3001	280	ND6301	373
	CD0901	3707	BL2803	93	ND6701	187

	CD4101	1493	BP1903	4293	PD3103	2240
	CA0406	4846	CH0301	1679	PC4501	4716
	CA4218	1773	CH1001	280	NC5601	3453
	CA4618	187	CH3401	1120	NC4201	653
	Depot	2594	Depot	8954	Depot	2488
	CC4503	4526	CD0103	3380	PA3501	8073
	CF6003	7943	CD0901	373	NB2101	5652
	BN0101	4509	CD1101	93	NB1701	187
	BN2509	1120	CD4301	1493	NB0301	653
	BR2803-B	4108	BC07	4269	NG2001	5539
	BR3304-A	280	BC11	187	NG2203	93
	BL1101	5107	BC44	1493	NG4201	933
	BL1303	93	BB28	3708	NG5303	560
	BK2419	2121	CA03	726	NG5603	93
	BK3903	747	CA07	1307	NG6903	653
	BJ0901	2771	CA13	280	PG2001	1587
	BH4219	2798	CA25	560	QG3001	4667
	BG1701	3198	CA57	1493	OPSLAG QG30	0
			OPSLAG			
	BD4501	4427	CA59	93	QH0501	2222
	Depot	3594	Depot	3278	Depot	11340
		67853		47236		59502

Ordernummer	Huidig	Afstand(cm)	PR2.3	Afstand(cm)	PRA	Afstand(cm)
Artikelnummers	BR1104-B	9089	BF4401	5010	PE4001	7267
	Depot	9089	Depot	5010	Depot	7267
		18177		10020		14534

Ordernummer	Huidig	Afstand(cm)	PR2.3	Afstand(cm)	PRA	Afstand(cm)
Artikelnummers	EA2103	10089	BD1303	2558	NF0403	2433
	EA2122	0	BF3801	3302	PE3601	6094
	Depot	10089	Depot	4730	Depot	7080
		20177		10590		15608

Ordernummer	Huidig	Afstand(cm)	PR2.3	Afstand(cm)	PRA	Afstand(cm)
Artikelnummers	CC2101	3410	BL1403	6215	ND2403	1646
	Depot	3410	Depot	6215	Depot	1646
		6820		12430		3291

Ordernummer	Huidig	Afstand(cm)	PR2.3	Afstand(cm)	PRA	Afstand(cm)
Artikelnummers	CB0301	1607	BL0101	5655	ND0101	619
	CC4601	3091	BL2503	1120	ND2601	1120
	CD1401	3613	BL1601	467	ND3503	467
	Depot	4051	Depot	6308	Depot	2206
	CB4304	3467	BL3403	7148	PC2401	5474

	CB5904	747	BL5201	840	PC3101	373
	CC0506	3837	BL3701	653	PC6401	1493
	CC1103	280	BM1003	3175	ND5901	9300
	CC3401	1027	BM3501	1213	ND5301	280
	CD0204	2493	BP3901	4478	ND4503	373
	Depot	3493	Depot	9665	Depot	2672
		27705		40723		24378

Ordernummer	Huidig	Afstand(cm)	PR2.3	Afstand(cm)	PRA	Afstand(cm)
Artikelnummers	CK6101	12124	CD0101	3380	NB0101	1594
	CG5201	8035	CD0803	280	NB3801	1680
	CC4103	8323	CC3103	2659	NB4603	373
	BD1606	3261	OPSLAG BS24	8337	OPSLAG PF78	9296
	Depot	2199	Depot	10614	Depot	9713
		33943		25270		22657

Ordernummer	Huidig	Afstand(cm)	PR2.3	Afstand(cm)	PRA	Afstand(cm)
Artikelnummers	CA2101	1478	CC0301	2498	NB0203	1594
	CA4501	1120	CE2503	1680	NC0303	1305
	CF0303	7216	CF0603	1270	NC1103	373
	Depot	5764	Depot	5767	Depot	1088
		15578		11215		4360

Ordernummer	Huidig	Afstand(cm)	PR2.3	Afstand(cm)	PRA	Afstand(cm)
Artikelnummers	BJ3201	5712	BC23	2501	NG1801	3339
	Depot	5712	Depot	2501	Depot	3339
		11423		5002		6677

Ordernummer	Huidig	Afstand(cm)	PR2.3	Afstand(cm)	PRA	Afstand(cm)
Artikelnummers	CB4401	3467	CD1603	4033	NB5401	4021
	CF0601	6274	CD2001	187	NB6003	280
	CF0803	93	CE0901	1588	NB2103	747
	CF0501	93	CE1101	93	NB1703	187
	Depot	5857	Depot	4965	Depot	2341
		15784		10866		7575

TOTAAL		308689		223414		200627
---------------	--	--------	--	--------	--	--------

12.8 BEGROTINGEN

12.8.1 PR2

Kostenpost	Aantal	Eenheid	Kosten p.e.	Kosten Totaal	Impact bij 10% afwijking	Procentueel	Kosten laag	Kosten hoog
<i>Nieuwe Liggers</i>	150	Stuks	€ 25,00	€ 3.750	€ 375,00	0,94%	€ 3.375	€ 4.125
<i>Arbeidsuren pallets verplaatsen</i>	250	Uren	€ 34,00	€ 8.500	€ 850,00	2,12%	€ 7.650	€ 9.350
<i>Arbeidsuren liggers zelf verplaatsen</i>	185	Uren	€ 34,00	€ 6.290	€ 629,00	1,57%	€ 5.661	€ 6.919
<i>Arbeidsuren picklocaties vrijmaken</i>	130	Uren	€ 34,00	€ 4.420	€ 442,00	1,10%	€ 3.978	€ 4.862
<i>Arbeidsuren A+B categorie naar picklocaties</i>	130	Uren	€ 34,00	€ 4.420	€ 442,00	1,10%	€ 3.978	€ 4.862
<i>Stelling verbouwen door extern bedrijf</i>				€ 8.500	€ 850,00	2,12%	€ 7.650	€ 9.350
<i>Locatielabels</i>				€ 500	€ 50,00	0,12%	€ 450	€ 550
<i>10% Onvoorzien</i>				€ 3.638	€ 363,80	0,91%	€ 3.274	€ 4.002
Totaal				€ 40.018			€ 36.016	€ 44.020

NB: Arbeidsuren is een som van €25,00/uur voor loonkosten + €9,00/uur voor machinekosten (Reachtruck/hogwerker)

NB: Per arbeidsuur kunnen 10 liggers worden verplaatst en 15 pallets/locaties worden verplaatst.

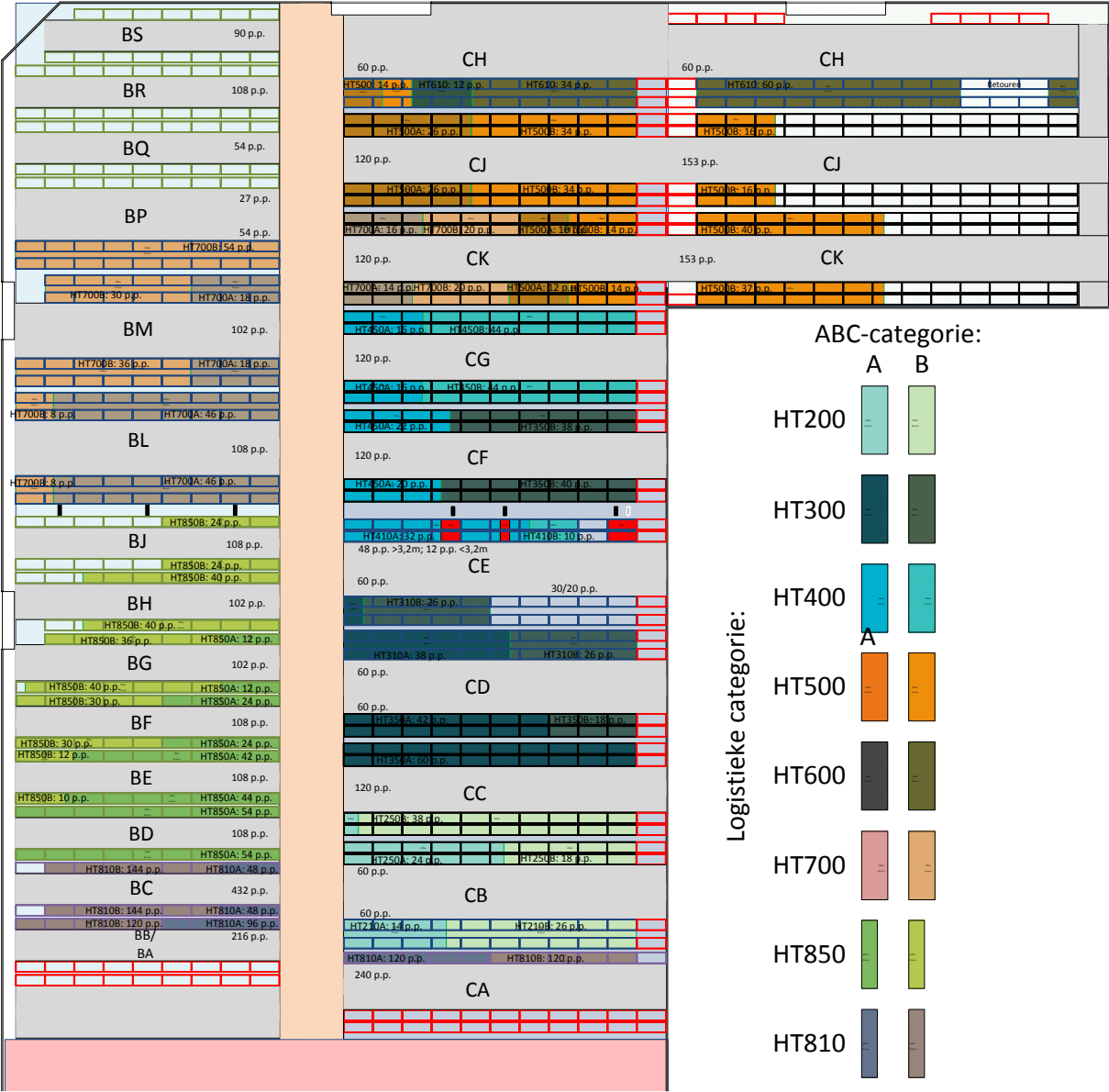
12.8.2 PRA

Kostenpost	Aantal	Eenheid	Kosten p.e.	Kosten Totaal	Impact bij 10% afwijking	Procentueel	Kosten laag	Kosten hoog
<i>Nieuwe Liggers</i>	60	Stuks	€ 25,00	€ 1.500	€ 150,00	0,14%	€ 1.350	€ 1.650
<i>Arbeidsuren pallets verplaatsen</i>	1200	Uren	€ 34,00	€ 40.800	€ 4.080	3,85%	€ 36.720	€ 44.880
<i>Magazijn verbouwen door extern bedrijf</i>				€ 42.500	€ 4.250	4,01%	€ 38.250	€ 46.750
<i>Locatielabels</i>				€ 11.500	€ 1.150	1,09%	€ 10.350	€ 12.650
<i>10% Onvoorzien</i>				€ 9.630	€ 963	0,91%	€ 8.667	€ 10.593
Totaal				€ 105.930			€ 95.337	€ 116.523

NB: Arbeidsuren is een som van €25,00/uur voor loonkosten + €9,00/uur voor machinekosten (Reachtruck/hogwerker)

NB: Per arbeidsuur kunnen 10 liggers worden verplaatst en 15 pallets/locaties worden verplaatst.

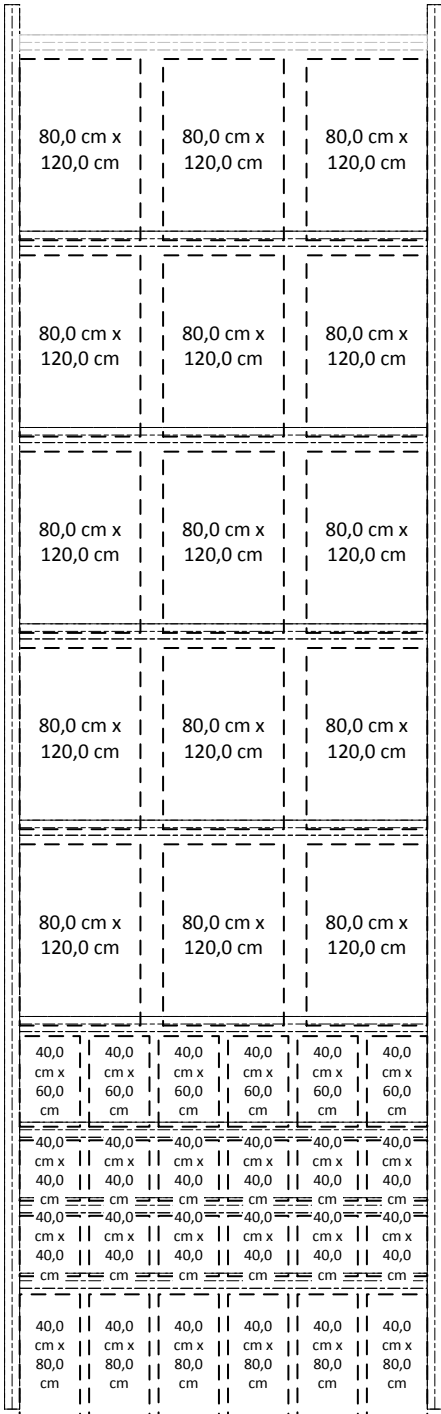
12.9 LOGISTIEKE CATEGORIEËN INGEVULD IN PR2



12.10 INRICHTING STELLINGEN PER GANGPAD VOOR PR2

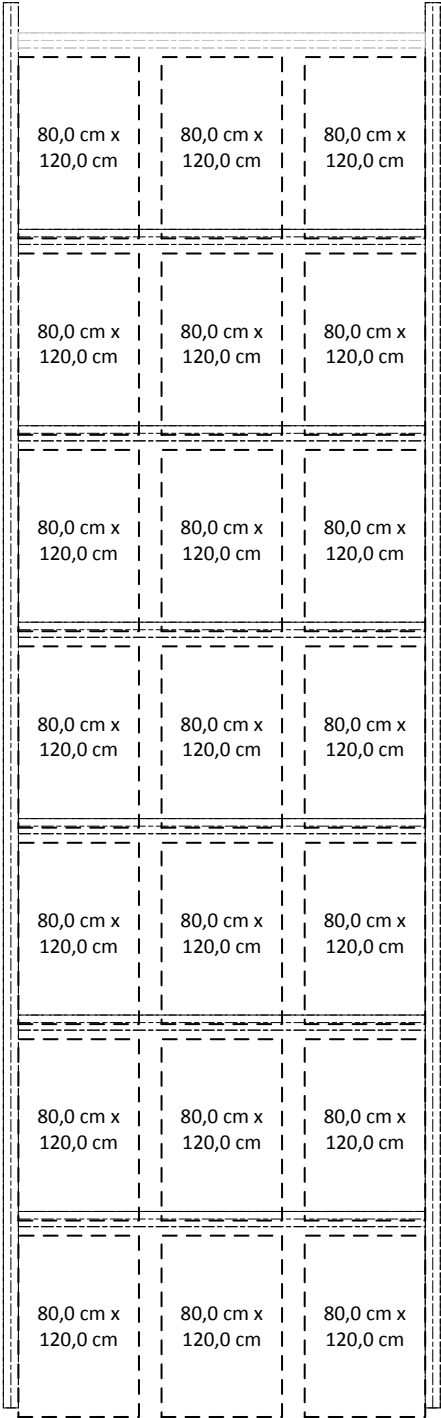
12.10.1 Vooraanzicht locaties BB, BC en CA(oneven)

Hoogte onderkant liggers:
03: 80cm
04: 130cm
05: 180cm
06: 250cm
09: 360cm
11: 490cm
14: 620cm
16: 750cm



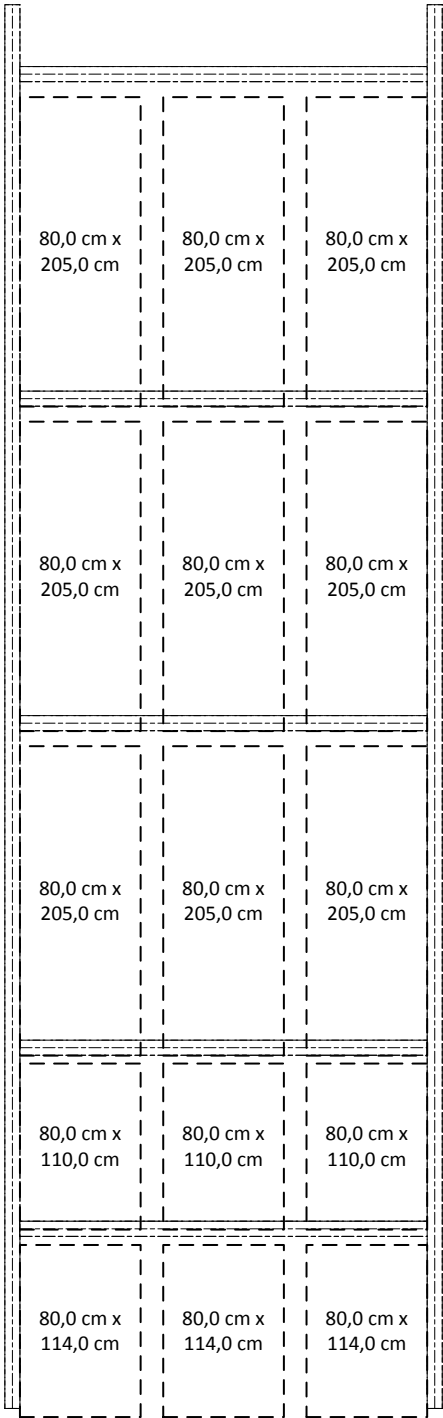
12.10.2 Vooraanzicht locaties BD en BE

Hoogte onderkant liggers:
03 :120cm
06: 250cm
09: 360cm
11: 490cm
14: 620cm
16: 750cm



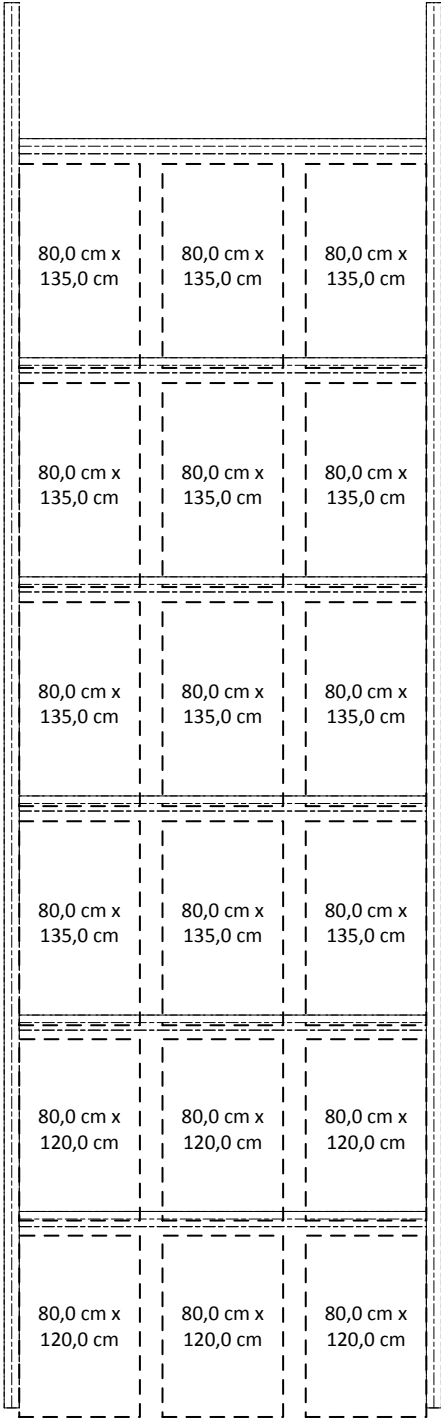
12.10.3 Vooraanzicht locaties BF, BG, BH en BJ

Hoogte onderkant liggers:
03 :114cm
06: 234cm
10: 449cm
14: 664cm
19: 879cm



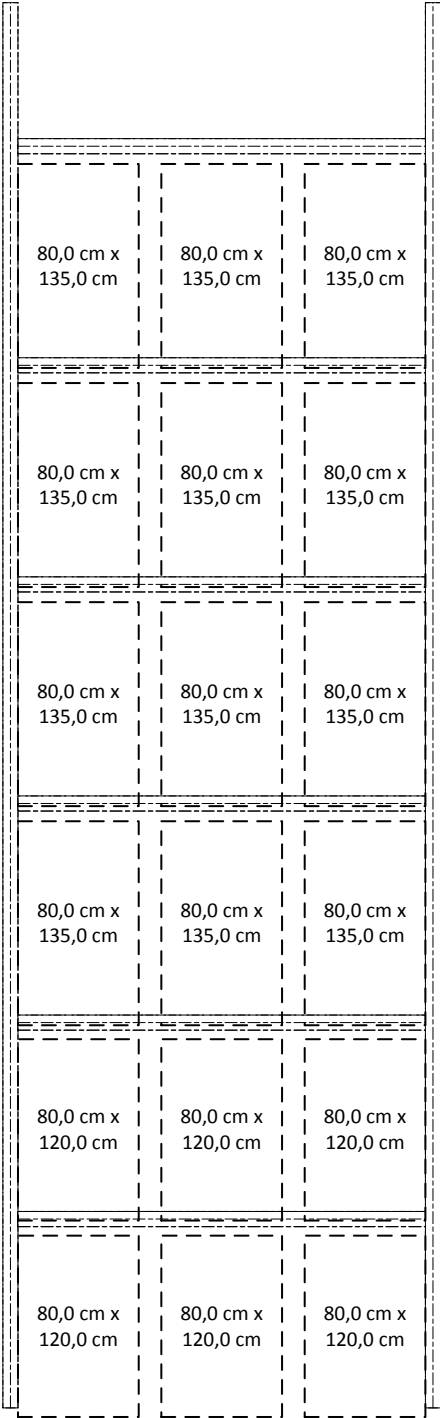
12.10.4 Vooraanzicht locaties BL, BM en BP(oneven)

Hoogte onderkant liggers:
03 :120cm
06: 250cm
09: 395cm
12: 540cm
15: 685cm
18: 830cm



12.10.5 Vooraanzicht locaties CB(even), CD(oneven), CE(even), CK(even) & DC(even)

Hoogte onderkant liggers:
03 :120cm
06: 250cm
09: 395cm
12: 540cm
15: 685cm
18: 830cm



12.10.6 Uiteinde gangpad CA tegen de buitenmuur

