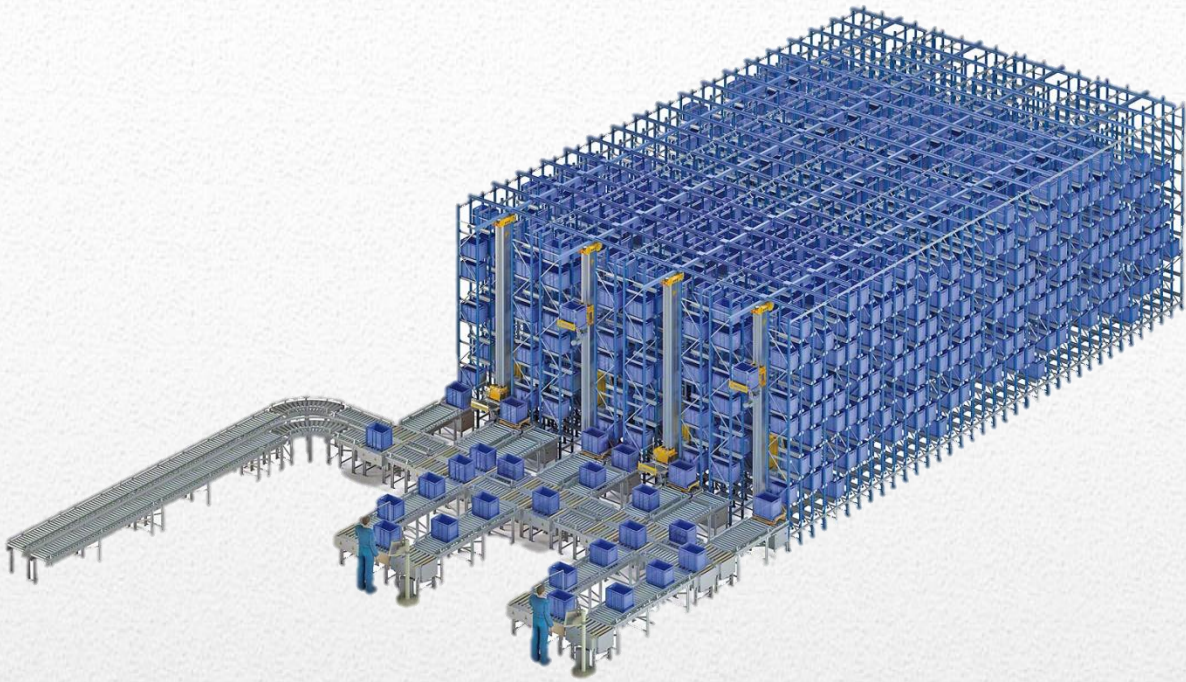




Miniload

Onderzoek naar de haalbaarheid van een mogelijke implementatie van Miniload binnen VDL ETG Almelo

Nicole Veldhuis
Bachelor opdracht Technische Bedrijfskunde
Universiteit Twente

11 juli 2016

“Onderzoek naar de haalbaarheid van een mogelijke implementatie van Miniload binnen VDL ETG Almelo”

UNIVERSITEIT
TWENTE.



11 juli 2016

Eindversie

Auteur

Nicole Veldhuis

Student bachelor Technische Bedrijfskunde

S1502131

n.veldhuis@student.utwente.nl

Begeleiding VDL ETG Almelo

Afdeling Purchasing

Dhr. J. Fortuin

Dhr. A. Boers

Begeleiding Universiteit Twente

Faculteit van Behavioural Management and Social Sciences

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

2^e begeleider: Dhr. H. Kroon

Management samenvatting

De aanleiding van dit onderzoek is de verbouwing die VDL ETG Almelo ondergaat. In de huidige situatie bevindt het magazijn van deze vestiging zich in de kelder, wat leidt tot onnodige logistieke stromen binnen het bedrijf. Daarnaast wordt dit magazijn nog handmatig aangestuurd. VDL ETG Almelo heeft plannen om een nieuwe hal te bouwen. In deze hal moet een nieuw, geautomatiseerd magazijnsysteem komen. Uit verschillende onderzoeken, door stagiaires en medewerkers, is gebleken dat Miniload als meest passend wordt geacht. Echter is het voor VDL ETG Almelo nog niet geheel duidelijk welke aspecten een rol kunnen spelen bij de implementatie van Miniload en welke aspecten de implementatie kunnen bemoeilijken. Om dit probleem op te lossen is de volgende onderzoeksvraag opgesteld en beantwoord:

“Welke aspecten spelen een rol bij de inrichting van een geautomatiseerd montagemagazijn binnen VDL ETG Almelo en in hoeverre is Miniload hiervoor een geschikte oplossing?”

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden, zijn de volgende onderzoeksmethodieken toegepast. Allereerst hebben in het begin van het proces diverse interviews plaatsgevonden. Deze interviews waren met medewerkers met uiteenlopende posities binnen het bedrijf, zodat verschillende views op een nieuw magazijn in kaart gebracht konden worden.

Daarnaast heeft benchmarking plaatsgevonden. Er is een bezoek gebracht aan een tweetal bedrijven met een geautomatiseerd magazijn. Hierbij is gekeken naar de implementatie en inrichting van hun magazijnomgeving.

Het volgen van het gastcollege Warehousing van Dhr. R. Mantel over verschillende soorten automatische magazijnomgevingen, heeft tot nieuwe inzichten geleid. Tenslotte zijn er verschillende theoretische modellen geraadpleegd om de situatie in de praktijk te ondersteunen.

Uit onderzoek blijkt dat verschillende aspecten van de huidige magazijn inrichting een rol spelen bij de implementatie van Miniload. Allereerst de productdiversiteit. Producten op pallet-, draagarm- of vloerlocaties kunnen niet in Miniload vanwege het gewicht, de afmetingen of andere omstandigheden. Daarnaast moet aandacht besteed worden aan een sprinkler systeem bij de aanschaf van Miniload en de plaatsing van de ondersteunende palen.

Verder is de aansturing van grijpvoorraad een aspect waar rekening mee gehouden moet worden bij de implementatie van Miniload. In de huidige situatie wordt een two bin systeem gehanteerd als veiligheidsvoorraad. Dit is echter niet mogelijk in Miniload, waardoor een andere manier van aansturing gebruikt moet worden. Daarnaast moet het gebruik van Kanban kaarten afgeschaft worden. Een nadeel van grijpvoorraad in Miniload is dat wanneer er een spoedgeval is, deze niet meteen uit Miniload gehaald kan worden.

Tenslotte zijn vijf voorwaarden door VDL ETG Almelo aan de implementatie van Miniload gesteld. Deze zijn efficiëntie, snelheid, foutreductie, FIFO en kosten. De *efficiëntie* wordt behaald door het besparen van handelingen en de aantal mensen die ingezet worden in de nieuwe situatie. Uit deze analyse is gebleken dat picken een veelvoorkomende handeling in alle magazijnen van het montagemagazijn is. *Snelheid* is relatief gezien niet van heel groot belang. Zolang het pick proces goed is ingericht, moeten de bakken op de operator wachten in plaats van de operator op de bakken. *Foutreductie* is in dit onderzoek niet kwantificeerbaar. Echter kan met pick-and-put to light de kans op fouten gereduceerd worden, aangezien de operator de aandacht minder snel verliest en dus geconcentreerder kan blijven werken. *First In First Out* kan in de nieuwe situatie gehanteerd worden, doordat de manier van inslaan en de aansturing van het Warehouse Management System anders ingesteld wordt. De laatste voorwaarde die VDL ETG Almelo stelt aan de implementatie van Miniload is *gelijkblijvende kosten*, door middel van een even groot systeem. Echter is uit de huidige berekeningen niet gebleken of het aantal benodigde bakken evenveel is als ooit berekend. Wat geconcludeerd kan worden uit deze berekeningen is dat de verdeling van de producten over de verschillende afmetingen Miniloadbakken een grote impact heeft op de totale grootte van Miniload.

Resumerend kan de conclusie getrokken worden dat Miniload passend wordt geacht binnen VDL ETG Almelo. Echter gaat niet 100% van alle huidige producten in het montagemagazijn in Miniload en moeten de andere producten worden opgeslagen in één of twee resterende VLM's in combinatie met palletstellingen.

Bij deze conclusie zijn verschillende aanbevelingen gedaan. Allereerst wordt aanbevolen om verder te rekenen met de verdeling van de huidige producten. In de huidige situatie liggen producten in een bepaalde afmeting bakken. Het is echter mogelijk deze producten in kleinere bakken te plaatsen, wat zal leiden tot reductie in Miniloadbakken. Om deze verdeling te bepalen, is in het verleden een steekproef gedaan. Deze steekproef moet echter opnieuw gedaan worden, aangezien gebleken is dat de verdeling van de bakken in magazijn 605 een grote invloed heeft op het totaal aantal Miniloadbakken.

Daarnaast wordt aanbevolen om met een leverancier te praten. Uit het verslag blijkt dat de koppeling van het huidig aantal berekende bakken naar het aantal Miniloadbakken op de technische tekening niet duidelijk is. Een informeel gesprek met een leverancier, bij voorkeur Jungheinrich, moet hierbij meer inzicht geven.

Ten slotte wordt aanbevolen om een onderzoek te doen naar de aansturing van grijpvoorraad wanneer Miniload geïmplementeerd wordt. In de huidige situatie wordt een two bin systeem gehanteerd om veiligheidsvoorraad te waarborgen. Dit is echter niet meer mogelijk in de nieuwe situatie en dus moet hiervoor een oplossing gevonden worden.

Voorwoord

Het rapport dat voor u ligt is uitgevoerd ter afronding van mijn bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. De afgelopen maanden heb ik met plezier aan de uitvoering van deze opdracht binnen VDL ETG Almelo gewerkt. Dit multidisciplinaire probleem heeft mij de mogelijkheid gegeven om het geleerde tijdens mijn bachelor toe te passen op een uitdagende manier.

Graag wil ik diverse personen binnen VDL ETG Almelo bedanken. Allereerst mijn interne begeleiders dhr. J. Fortuin en dhr. A. Boers. Zij hebben het proces bewaakt en tijd gestoken in een succesvolle afronding door feedback te geven wanneer nodig. Mijn onderzoek heb ik vanuit mijn werkplek op de afdeling Systems uitgevoerd. Alle collega's op deze afdeling wil ik graag bedanken voor de leerzame, maar ook gezellige tijd. Daarnaast wil ik graag de collega's van de Supply Chain Management bedanken voor het meedenken tijdens mijn onderzoek en het verzamelen van data. Door mijn bevindingen aan hun terug te koppelen, kon ik tot nieuwe ingevingen komen. Ook wil ik alle collega's in de verschillende magazijnen bedanken voor het meewerken aan mijn onderzoek. Zij hebben ervoor gezorgd dat ik de gehele structuur van het huidige magazijn begrijp en hierdoor deze processen kon toepassen naar de gewenste situatie. Ook stonden zij altijd open voor mijn vragen.

Daarnaast wil ik graag dhr. R. Mantel bedanken voor het inspirerende college, die ik mocht bijwonen gedurende mijn onderzoek. Dit heeft ervoor gezorgd dat mijn onderzoek van verschillende kanten bekeken werd en hierdoor tot verschillende nieuwe inzichten geleid heeft.

Ten slotte wil ik mijn begeleider van de Universiteit Twente, Dhr. P.C Schuur, bedanken voor het begeleiden van dit proces. Ik wil hem bedanken voor het geven van feedback, verkrijgen van verschillende documenten betreffende literatuur en het geven van een snelle reactie wanneer nodig. Dit heeft ervoor gezorgd dat ik mijn onderzoek zelfstandig kon uitvoeren.

[Almelo, 11 juli 2016]

Nicole Veldhuis

Inhoudsopgave

Lijst met figuren	VII
Lijst met tabellen	VIII
Lijst met grafieken	VIII
Begrippenlijst	IX
Hoofdstuk 1 - Inleiding.....	1
1.1 – Het bedrijf.....	1
1.2 – Aanleiding onderzoek.....	1
1.3 – Probleemstelling en doelstelling	2
1.4 – Onderzoeksvragen.....	3
1.5 – Afbakening en aannames	3
1.6 – Deliverables.....	4
1.7 – Onderzoeksmethode	4
Hoofdstuk 2 - Analyse huidige situatie	5
2.1 – Indeling van het huidige magazijn	5
2.2 – Verschillende magazijnlocaties	6
2.2.1 – Magazijn 605	8
2.2.2 – Magazijn 606	8
2.2.3 – Magazijn 635 tot en met 639	9
2.2.4 – Kwaliteitscontrole	10
2.3 – Opslaglocaties.....	10
2.4 – Conclusie	14
Hoofdstuk 3 – Huidige performance.....	15
3.1 – KPI's Materials Handling	15
3.1.1 – Aantal binnen geboekte orders magazijn 606	15
3.1.2 – Aantal binnen geboekte orders kelder	16
3.1.3 – Gemiddelde doorlooptijd.....	16
3.1.4 – Aantal gekeurde orderregels	17
3.1.5 – Gemiddelde waardes KPI huidige situatie	17
3.2 – Dashboard magazijnen.....	18
3.2.1 – Dashboard magazijn 605.....	18
3.2.2 – Dashboard magazijn 606.....	19
3.3 – Conclusie	20

Hoofdstuk 4 - Literatuuronderzoek	21
4.1 – Automatisering.....	21
4.2 – Verschillende magazijn systemen	23
4.3 – Input/output punt.....	24
4.4 – Snelheid.....	25
4.5 – Conclusie	26
Hoofdstuk 5 – Gewenste situatie.....	29
5.1 – Miniload	29
5.2 – Beschikbare informatie	30
5.3 – Voorwaarden Miniload	31
5.4 – Implementatie voorwaarden Miniload	31
5.4.1 – Efficiëntie	31
5.4.2 - Snelheid	39
5.4.3 – Foutreductie.....	40
5.4.4 – FIFO	40
5.4.5 – Kosten van Miniload	41
5.5 – Conclusie	48
Hoofdstuk 6 – Implementatie Miniload.....	49
6.1 – Welke aspecten spelen een rol bij de implementatie?.....	49
6.2 – Toekomstige magazijninrichting	50
6.2.1 – Kwaliteitscontrole	50
6.2.2 – Verticale lift module.....	52
6.2.3 – Proces grijpvoorraad	53
6.3 – Conclusie	53
Hoofdstuk 7 - Conclusie en aanbevelingen.....	55
7.1 – Conclusie	55
7.2 – Aanbevelingen	56
Hoofdstuk 8 - Referentielijst	59
Bijlage A – Magazijnstructuur VDL ETG Almelo	61
Bijlage B – Jungheinrich	62
Bijlage C – Vanderlande	63
Bijlage D – Bewijs berekeningen	65

Lijst met figuren

Figuur 1.1: Verbouwing gebouw VDL ETG Almelo (De Ondernemer, 2015)	2
Figuur 2.1: Magazijnstructuur VDL ETG Almelo (Interne communicatie)	7
Figuur 2.2: Proces magazijn 605.....	8
Figuur 2.3: Proces magazijn 606.....	8
Figuur 2.4: Proces magazijn 635 tot en met 639.....	9
Figuur 2.5: Proces kwaliteitscontrole	10
Figuur 2.6: Palletstelling (Palletstellingen.nl).....	10
Figuur 2.7: Draagarmstelling (Manutan, 2016)	11
Figuur 3.1: Dashboard magazijn 605.....	18
Figuur 3.2: Dashboard magazijn 606.....	19
Figuur 4.1: Verschillende opslagtypes (Richards, Pick module selection matrix, 2011, p. 96)	23
Figuur 4.2: Input/Output punt (Park, Foley, & Frazelle, 2004)	24
Figuur 4.3: Formule reistijd Miniloadkraan (Mantel, 2016)	25
Figuur 4.4: Miniload picken (Mantel, 2016).....	25
Figuur 5.1: Miniload (interne communicatie)	29
Figuur 5.2: Inslag proces Miniload	30
Figuur 5.3: Inslag TKH	39
Figuur 5.4: Uitslag TKH	39
Figuur 5.5: Pick-and put to light	40
Figuur 5.6: Locaties Kardex huidige situatie.....	42
Figuur 5.7: Aantal Miniloadbakken	45
Figuur 5.8: Aantal Miniloadbakken	46
Figuur 6.1: Goederen van kwaliteitscontrole in Miniload opslaan	50
Figuur 6.2: Goederen van kwaliteitscontrole buiten Miniload opslaan.....	51
Figuur 6.3: Vertical lift module (Kardex Group, 2016)	52
Figuur 6.4: Magazijnlocatie grijpvoorraad	53
Figuur 8.1: Ontwerp Jungheinrich	62
Figuur 8.2: Ontwerp Vanderlande (mogelijkheid 1).....	63
Figuur 8.3: Ontwerp Vanderlande (mogelijkheid 2).....	63
Figuur 8.4: Ontwerp Vanderlande (mogelijkheid 3).....	64

Lijst met tabellen

Tabel 0.1: Begrippenlijst.....	IX
Tabel 2.1: Verhoudingen opslaglocaties magazijn 605	11
Tabel 2.2: Verhoudingen opslaglocaties magazijn 606	12
Tabel 2.3: Verhoudingen opslaglocaties magazijn 635 tot en met 639	12
Tabel 3.1: Gemiddelde waardes per KPI in huidige situatie.....	17
Tabel 4.1: Voor- en nadelen automatisering (Richards, Warehouse Management, 2011)	21
Tabel 4.2: Conclusie literatuur	26
Tabel 5.1: Budget aantal werkuren	32
Tabel 5.2: Verschillende handelingen magazijn 605	33
Tabel 5.3: Groei aantal handelingen per uur magazijn 605	34
Tabel 5.4: Verschillende handelingen magazijn 606	35
Tabel 5.5: Toename aantal handelingen per uur magazijn 606.....	36
Tabel 5.6: Aantal locaties	41
Tabel 5.7: Aantal zendingen magazijn 605.....	44
Tabel 5.8: Aantal zendingen magazijn 606.....	44
Tabel 5.9: Aantal zendingen magazijn 635 tot en met 639.....	44
Tabel 5.10: Locatiefactor per magazijn	44
Tabel 5.11: Aantal Miniloadbakken.....	45
Tabel 5.12: Verdeling Miniloadbakken.....	46
Tabel 5.13: Verschillende verhoudingen Miniloadbakken.....	46

Lijst met grafieken

Grafiek 3.1: Aantal binnengeboekte orders ASML.....	15
Grafiek 3.2: Aantal binnengeboekte orders kelder	16
Grafiek 3.3: Gemiddelde doorlooptijd	16
Grafiek 3.4: Aantal gekeurde orderregels	17
Grafiek 5.1: Activiteiten magazijn 605 (huidige situatie)	37
Grafiek 5.2: Activiteiten magazijn 605 (nieuwe situatie)	38
Grafiek 5.3: Activiteiten magazijn 606 (nieuwe situatie)	38
Grafiek 5.4: Activiteiten magazijn 606 (huidige situatie)	38

Begrippenlijst

In het rapport worden verschillende afkortingen gebruikt. Deze afkortingen zijn de eerste keer toegelicht in het rapport, maar bij herhaling niet meer. Hieronder is een overzicht gegeven van de verschillende begrippen die in dit rapport vernoemd zijn. De tabel is op alfabetische volgorde ingedeeld.

Afkorting	Naam	Betekenis
ABP	Algemene bedrijfskundige probleemaanpak	Methode om complexe problemen op te lossen
Baan		Het ERP systeem van VDL ETG Almelo
ERP	Enterprise resource planning	Management systeem waarin logistieke, financiële en administratieve bedrijfsprocessen samen komen
FIFO	First In First Out	Een manier van picken. Hierbij wordt het product dat er als eerste lag, als eerste gepickt
ITM – PRP of PRP - ITM	Van project naar anoniem of andersom	Wanneer onderdelen nodig zijn voor een project en nog op voorraad zijn in de anonieme voorraad, worden ze ITM overgeboekt of andersom
KPI	Key Performance Indicator	Variabelen of maatstaven om prestaties van organisaties te meten
MH	Materials Handling	Alle stromingen en processen binnen het magazijn
MOQ	Minimum order quantity	Minimale bestel hoeveelheid van een bepaald product
MR	Moverate	Dit is de benodigde hoeveelheid per product per project
OF	Onderdelenfabricage	Dit is de afdeling waar onderdelen bewerkt worden voordat ze in het productieproces gebruikt kunnen worden
OHW-lijst	Onderhandenwerk lijst	Lijst waarop te zien is welke onderdelen nog gekeurd moeten worden
OSG	Optimale Seriegrootte	De grootte waarmee besteld wordt om de optimale prijs/aantal verhouding te krijgen
PRP - PRP	Project to project	Wanneer er onderdelen ontbreken bij het ene project worden deze overgeboekt naar een ander project
VDL ETG	Van Der Leegte Enabling Technologies Group	Bedrijf waar het onderzoek verricht is
VLM	Verticale lift module	Geautomatiseerd lift modules waarbij het product naar de operator toekomt
WMS	Warehouse Management System	Softwarepakket dat helpt bij het beheren van het magazijn, dit wordt gekoppeld aan Baan

Tabel 0.1: Begrippenlijst

Hoofdstuk 1 - Inleiding

In het kader van de afronding van de bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente heb ik onderzoek verricht bij VDL ETG Almelo naar de haalbaarheid van de implementatie van Miniload. Allereerst wordt in dit hoofdstuk een inleiding over VDL ETG Almelo gegeven. In 1.1 wordt het bedrijfsprofiel omschreven. Vervolgens wordt in 1.2 de aanleiding van dit onderzoek besproken en in 1.3 worden de probleemstelling en de doelstelling besproken, die leiden tot de hoofd- en deelvragen in 1.4. Deze hoofd- en deelvragen lopen als leidraad door het hele rapport. In 1.5 worden de verschillende afbakening en aannames benoemd, vervolgens in 1.6 de deliverables en ten slotte wordt in 1.7 de onderzoeksmethode benoemt, die gedurende het onderzoek gebruikt wordt.

1.1 – Het bedrijf

VDL Enabling Technology Group (ETG) is rond 1900 opgericht onder de naam Philips Machinefabrieken. Zij hebben een lange tijd lampen geproduceerd, totdat een grote marktverandering in de jaren 80 plaats vond. Philips speelde op deze marktverandering in en verbreedde het productassortiment. Hierdoor werd Philips een belangrijke marktspeeler op het gebied van high-tech oplossingen. Door Philips werden verschillende grote technologische bedrijven opgericht, waaronder VDL Enabling Technologies Group. Inmiddels bestaat de VDL Enabling Technologies Group uit 85 bedrijven opererend in 19 verschillende landen met meer dan 10 000 werknemers. VDL ETG Almelo maakt sinds 2006 deel uit van de Van Der Leegte groep.

De locatie waar het onderzoek verricht wordt, is VDL ETG Almelo. Deze locatie is gericht op het realiseren van systeemintegraties van systemen en modules voor Original Equipment Manufacturers. Hiermee zijn zij actief in de volgende marktsegmenten: semiconductors, solar apparatuur, aerospace & defensie en de medische markt. Een kenmerk van VDL ETG Almelo is dat zij een toeleverancier zijn. Dit houdt in dat er enkel business-to-business ontwikkeld wordt en geen eigen producten ontwikkeld worden. Hierdoor worden alleen processen in gang gezet zodra er vraag vanuit de klant is. Deze werkwijze is terug te vinden in de indeling van het magazijn.

1.2 – Aanleiding onderzoek

De aanleiding van het onderzoek is de verbouwing die VDL ETG Almelo momenteel ondergaat. Deze verbouwing bestaat uit drie fases. Fase één was het opkopen van de projecthallen. De bouw bevindt zich momenteel in fase twee: het bouwen van kantoorruimtes. Het nieuwe gebouw is te zien in Figuur 1.1. Wanneer deze fase afgerond is gaat de laatste fase van de bouw van start. In deze fase wordt extra ruimte voor opslag en productie gecreëerd. Door de extra ruimte die voor opslag gebruikt kan worden, is binnen VDL ETG Almelo het idee ontstaan om het magazijn te veranderen.

Het huidige magazijn bevindt zich in de kelder van het pand. Dit magazijn is niet geautomatiseerd en wordt door mensen aangestuurd. Doordat het magazijn zich in de kelder van het pand bevindt, worden onnodige stappen ondergaan voordat de onderdelen op de juiste plaats liggen. Eén van deze onnodige stappen is het plaatsen van de arriverende bestelling in de lift, omdat de bestelling in het magazijn in de kelder opgeslagen moet worden. Vervolgens worden alle stappen in het magazijn ondernomen. Wanneer een productieorder gepickt is, moet deze met de lift naar het productieproces gebracht worden. De producten moeten dus twee keer in de lift, één keer om het magazijn in te gaan en één keer om het magazijn uit te gaan.



Figuur 1.1: Verbouwing gebouw VDL ETG Almelo (De Ondernemer, 2015)

De gewenste situatie, voor VDL ETG Almelo, is de implementatie van een geautomatiseerd magazijnsysteem. Uit eerder verrichte onderzoeken door stagiaires en medewerkers is gebleken dat Miniload als meest passend wordt geacht voor VDL ETG Almelo. Hierbij is het gewenst dat alle producten die VDL ETG Almelo momenteel op voorraad heeft in Miniload opgeslagen worden.

Echter is de implementatie van Miniload nog niet geheel duidelijk. Zo is het nog onduidelijk welke nadelen het systeem voor VDL ETG Almelo heeft. Voordat Miniload geïmplementeerd gaat gebeuren, acht VDL ETG Almelo het van belang dat deze mogelijke nadelen aan het licht gebracht worden, zodat deze op voorhand vermeden kunnen worden. Daarom is dit onderzoek gericht op de mogelijke aspecten die van belang zijn bij de implementatie van Miniload. Wanneer bepaalde zaken aan het licht komen die mogelijk van belang zijn, wordt bekeken hoe deze opgelost kunnen worden.

1.3 – Probleemstelling en doelstelling

Uit de aanleiding kan de volgende handelingsprobleem opgesteld worden:

“Naar aanleiding van voorgaande onderzoeken is besloten dat het huidige montagemagazijn geautomatiseerd moet worden. Echter is het momenteel onduidelijk welke aspecten een rol spelen bij de implementatie van Miniload en hoe deze aspecten een implementatie eventueel kunnen bemoeilijken.”

Op basis van bovenstaand handelingsprobleem kan een doelstelling voor de komende tien weken opgesteld worden. Deze doelstelling is:

“Advies uitbrengen aan VDL ETG Almelo over de verschillende aspecten die een implementatie van Miniload kunnen bemoeilijken. In dit advies zullen de aspecten belicht worden en vervolgens oplossingen geboden worden.”

1.4 – Onderzoeksvragen

Uit bovenstaande probleemstelling en doelstelling kunnen hoofd – en deelvragen opgesteld worden. Om deze vragen te beantwoorden wordt field – en deskresearch toegepast. Field research is het genereren van informatie door gesprekken te voeren met medewerkers en hen te interviewen. Daarnaast wordt informatie ook verkregen door deskresearch. Dit is het raadplegen van verschillende websites op het internet en het bestuderen van verschillende vertrouwelijke informatiebronnen van VDL ETG Almelo.

De hoofdvraag:

“Welke aspecten spelen een rol bij de inrichting van een geautomatiseerd montagemagazijn binnen VDL ETG Almelo en in hoeverre is Miniload hiervoor een geschikte oplossing?”

Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn er verschillende kennisvragen opgesteld.

1. Hoe ziet de huidige situatie eruit?
 - 1.1 Hoe wordt het huidige magazijn aangestuurd?
 - 1.2 Welke diverse magazijnlocaties bestaan in het huidige magazijn?
 - 1.3 Welke opslaglocaties kent het magazijn van VDL ETG Almelo?
2. Wat is de performance van het huidige magazijn?
 1. Welke KPI's worden in de huidige situatie gemeten?
 2. Hoe worden deze KPI's gemeten?
3. Welke literatuur dient ter verrijking van dit onderzoek?
4. Hoe ziet de gewenste situatie eruit?
 1. Wat is Miniload?
 2. Hoe werkt de inslag en uitslag van producten in Miniload?
 3. Welke voorwaarden stelt VDL ETG Almelo aan Miniload?
 4. Hoe kunnen deze voorwaarden geïmplementeerd worden?
5. Hoe ziet de implementatie van Miniload binnen VDL ETG Almelo eruit?
 1. Welke aspecten spelen voor VDL ETG Almelo een rol bij de implementatie?
 2. Hoe ziet de toekomstige magazijninrichting van VDL ETG Almelo eruit?

1.5 – Afbakening en aannames

Aangezien de reikwijdte van het onderzoek maar tien weken betreft, zullen er verschillende aannames gedaan worden. Aan de hand van deze aannames wordt het onderzoek afgebakend. Aannames die voor afbakening van het onderzoek zorgen, zijn:

1. Sinds 2012 zijn binnen VDL ETG Almelo verschillende onderzoeken door stagiaires en medewerkers gedaan naar verschillende mogelijkheden van automatisering van het magazijn. Hieruit is gebleken dat Miniload als meest passend wordt geacht. In dit onderzoek wordt aangenomen dat Miniload meest passend wordt geacht voor de gewenste situatie. Dit houdt in dat alleen wordt gekeken naar de aspecten die een rol spelen bij de implementatie van Miniload en niet van andere magazijnsystemen.
2. Aangezien stagiaires geen cursus in Baan krijgen, is het niet mogelijk om data rechtstreeks vanuit Baan te generen. De afbakening betreft dus de verkregen data van medewerkers van de afgelopen tijd. Dit kan per week verschillen.

3. Daarnaast is de aanname gedaan dat alle producten die in een legbordstelling passen, ook in een Miniload passen. Overige stellingen dienen nader onderzocht te worden.
4. Dit onderzoek is gericht op de haalbaarheid van een mogelijke implementatie van Miniload. Echter wordt hier de verdere inrichting van het systeem, met betrekking tot de inrichting van het systeem zelf, buiten beschouwing gelaten.
5. Ten slotte wordt aangenomen dat alle data die in Baan gevuld is, klopt.

1.6 – Deliverables

Het doel van dit onderzoeksrapport is het uitbrengen van advies over de mogelijke implementatie van Miniload. Hierbij wordt allereerst advies uitgebracht over de aspecten die een rol spelen bij de implementatie. Vervolgens wordt een advies uitgebracht Miniload passend wordt geacht in de magazijnomgeving van VDL ETG Almelo. Ten slotte wordt daarbij passend advies gegeven over de verschillende opslagmethodes die VDL ETG Almelo zal moeten gebruiken in de nieuwe situatie.

1.7 – Onderzoeksmethode

Er zijn verschillende onderzoeksmethoden om een probleem aan te pakken. De onderzoeksmethode waarvoor gekozen is om bovenstaande hoofdvraag op te lossen is de Algemene Bedrijfskundige Probleemaanpak (ABP). De ABP wordt in het algemeen gebruikt om bedrijfskundige, complexe en multidisciplinaire problemen op te lossen (Heerkens & Winden, Geen probleem, 2012).

De hierboven beschreven hoofdvraag is bedrijfskundig van aard, aangezien de logistieke stromen zich binnen het bedrijf afspelen. Daarnaast is het probleem complex, aangezien meerdere variabelen invloed hebben op het probleem. Ten slotte is het probleem multidisciplinair, aangezien meerdere stakeholders in de organisatie betrokken zijn bij de oplossing van het probleem. Dit betreft namelijk de magazijnmedewerkers, de afdeling supply chain management en de directie van VDL ETG Almelo.

De ABP bestaat uit zeven verschillende fases. Deze zijn in oplopende volgorde: probleemidentificatie, formulering van de probleemaanpak, probleemanalyse, formulering van alternatieve oplossingen, beslissing, implementatie en ten slotte de evaluatie.

In dit rapport wordt aandacht besteed aan de analyse, de beste oplossing en de implementatie hiervan. Zoals hierboven reeds is beschreven, is er door de opdrachtgever een oplossing voor de automatisering van het magazijn gegeven, namelijk Miniload. Er wordt dus voornamelijk naar de implementatie van Miniload gekeken.

Hoofdstuk 2 - Analyse huidige situatie

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de eerste kennisvraag: “Hoe ziet de huidige situatie eruit?” Het magazijn van VDL ETG Almelo bevat een grote productdiversiteit en daardoor een gevarieerde productstroom. Om de huidige situatie te omschrijven wordt in 2.1 de indeling van het huidige magazijn uitgelegd, vervolgens in 2.2 de verschillende magazijnlocaties die VDL ETG Almelo gebruikt en daarna in 2.3 de verschillende opslagmethodes die hiervoor gebruikt worden.

2.1 – Aansturing van het huidige magazijn

Om antwoord te geven op de hoofdvraag “Hoe ziet de huidige situatie eruit?” wordt hieronder eerst beschreven hoe het huidige magazijn is ingedeeld en welke werkwijze in het huidige magazijn wordt gehanteerd. Hierbij worden de verschillende processen beschreven, die zich in het magazijn afspelen.

Zoals beschreven in 1.1, werkt VDL ETG Almelo projectmatig. Dat wil zeggen dat een vraag vanuit de klant bij VDL ETG Almelo komt voor een bepaald systeem. Aangezien VDL ETG Almelo per project werkt, worden de benodigde producten per project ingekocht. De producten zijn namelijk te duur om zelf op voorraad te hebben en er is onzekerheid of deze producten nog in een andere machine terug komen. Dit betekent dus ook dat producten per project op een locatie ingeslagen worden. Dit heeft als reden dat er overzicht is over de opgeslagen producten. Mede hierdoor wordt voorkomen dat producten voor andere projecten gepickt worden. Daarnaast kunnen de verschillende kostprijzen gewaarborgd blijven. Aangezien per project ingekocht wordt, verschilt de kostprijs per product. Wanneer producten bij elkaar in één bak opgeslagen worden, kan mogelijk de kostprijs niet gewaarborgd blijven.

Naast projectmatige voorraad, kent VDL ETG Almelo ook anonieme voorraad. Anonieme voorraad is voorraad die ingekocht wordt zonder project. Dat wil dus zeggen dat deze voorraad ingekocht wordt, zonder dat er zekerheid is dat deze producten in een project verwerkt worden. Anonieme voorraad komt voornamelijk voor bij het magazijn van ASML. ASML geeft VDL ETG Almelo een bepaalde zekerheid, door een demand forecast op te sturen. Hierdoor kunnen de producten van de machines ingekocht worden, zonder dat meteen vraag is naar deze machines.

Echter kan zich de situatie voor doen dat producten voor een bepaald project nodig zijn, maar nog niet geleverd zijn. Als deze producten bij een ander project aanwezig zijn, worden deze producten van het ene naar het andere project overgeboekt. Dit wordt ook wel PRP voorraadoverboeking genoemd. PRP staat voor project to project. Wanneer producten op voorraad zijn bij project A, maar niet bij project B en de producten zijn nodig bij project B, dan worden deze overgeboekt van A naar B. Dit overboeken kan op twee verschillende manieren. De eerste manier is wanneer met prijs €0,- geboekt wordt. Wanneer de producten van A naar B geboekt worden, zullen de nageleverde producten weer terug geboekt worden van B naar A. Dit gebeurt zodat er geen resultaatverschil tussen projecten ontstaat. De tweede manier is dat de producten van project A naar project B overgeboekt worden en deze producten met prijs mee geboekt worden. Wanneer de nageleverde producten binnen geboekt worden, zullen deze met prijs worden overgeboekt naar het andere project. Echter kan in deze situatie resultaatverschil bij de projecten ontstaan. Uiteindelijk kan het ene resultaatverschil weggestreept worden tegen het andere.

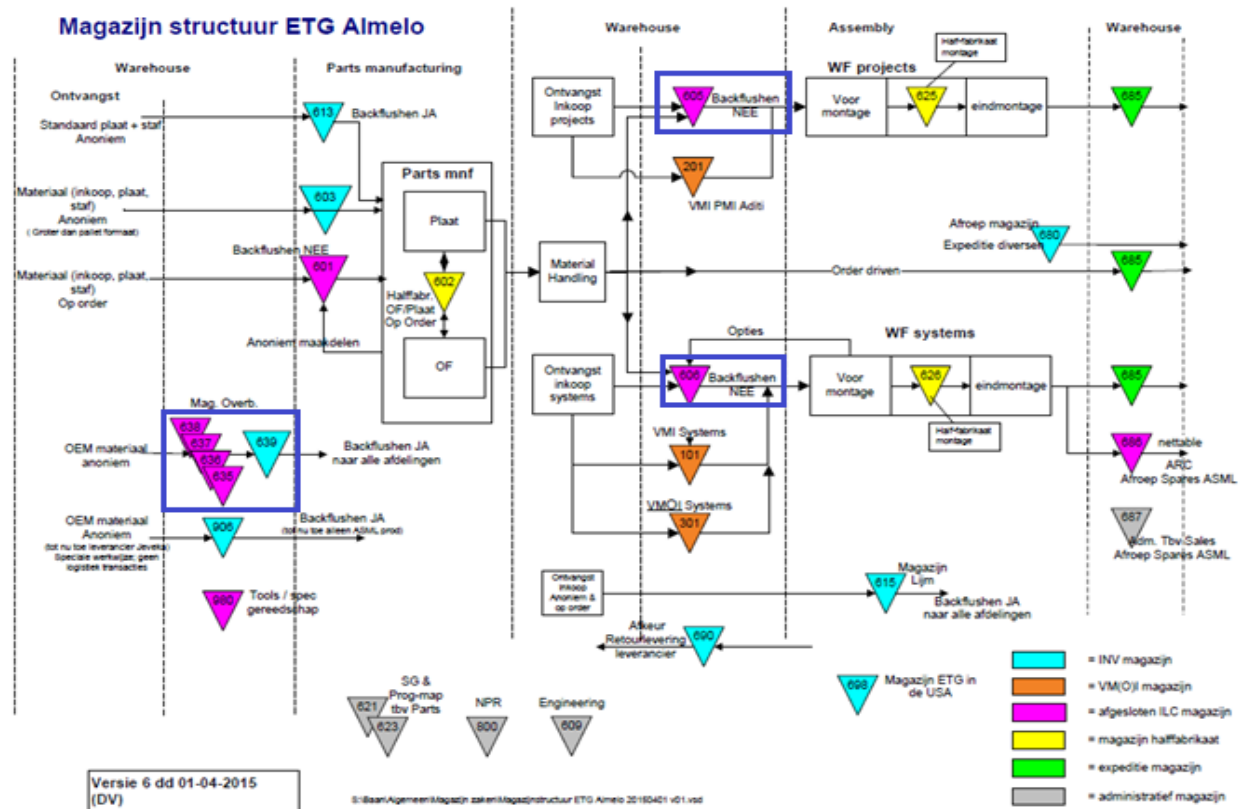
Daarbij kunnen producten ook van project naar anoniem geboekt worden en andersom. Dit wordt een ITM-PRP voorraadoverboeking genoemd. De situatie kan zich voordoen waarin van een bepaald product maar twee nodig zijn voor één project, maar dat de Minimum Order Quantity (MOQ) bijvoorbeeld 100 is. Dan worden deze 100 producten besteld. Wanneer de producten binnen geboekt zijn, krijgt vervolgens de magazijnmedewerker de order om twee producten te picken. Na het picken blijven 98 producten over die niet meer voor dat project nodig zijn, maar nog wel op dit project geboekt zijn. Deze producten kunnen dan niet voor een ander project gepickt worden. In dat geval worden deze 98 producten overgeboekt van project naar anoniem. Zo blijven deze producten nog in het magazijn, maar zijn ze niet meer gereserveerd voor een project. Wanneer dit is gebeurd en er weer een project opgestart wordt waarbij dezelfde producten nodig zijn, wordt eerst een run gedaan over de anonieme voorraad om te controleren of bepaalde benodigde producten aanwezig zijn. Wanneer dat het geval is, worden deze producten overgeboekt van anoniem naar project. Zo zijn deze producten bij het picken van de order beschikbaar voor het desbetreffende project en kunnen deze dus gepickt worden.

Daarnaast is het capaciteit van het magazijn niet bekend. In de huidige situatie is er geen parameter ingesteld die de dichtheid van het magazijn meet. Het is dus onduidelijk wanneer het magazijn vol zit en hoeveel er nog bij kan. Echter is dit lastig uit te drukken, aangezien er geen volumes van producten bekend zijn.

Ten slotte is de productdiversiteit opvallend. Zoals beschreven in 1.1, werkt VDL ETG Almelo projectmatig. Dat wil dus zeggen dat zij geen eigen producten produceren. De core business van VDL ETG Almelo is het produceren van systeemintegraties van subsystemen. Deze zijn zeer variërend. De voorraad bevat dus verschillende soorten producten, verschillend van schroeven tot kabels tot frames. Dit houdt dus in dat de producten verschillende afmetingen en gewichten hebben. Hier moet met het ontwerp en de inrichting van Miniload rekening gehouden worden. In 2.3 worden de opslagmethodes en het gebruik ervan toegelicht.

2.2 – Verschillende magazijnlocaties

Nadat de verschillende processen binnen het magazijn uitgelegd zijn, wordt hieronder beschreven waar deze verschillende producten opgeslagen kunnen worden. Zoals genoemd in de aanleiding van dit hoofdstuk, bestaat een grote productdiversiteit en een gevarieerde productstroom binnen VDL ETG Almelo. Wanneer een vrachtwagen met de bestelling aankomt, wordt deze bestelling geladen op het laaddock. De werknemer van VDL ETG Almelo gaat akkoord met de bestelling en deze bestelling zal vervolgens via een lift beneden het magazijn ingebracht worden. Hier wordt de bestelling allereerst gecontroleerd en geteld. Wanneer deze aantallen kloppen, zal de bestelling binnen geboekt worden in Baan, het Enterprise Resource Planning (ERP) systeem van VDL ETG Almelo. Vanuit het binnen boeken kan het product naar verschillende magazijnlocaties. Deze verschillende locaties zijn weergegeven in de magazijnstructuur, welke te zien is in Figuur 2.1. Na het figuur zullen de verschillende locaties verder toegelicht worden.

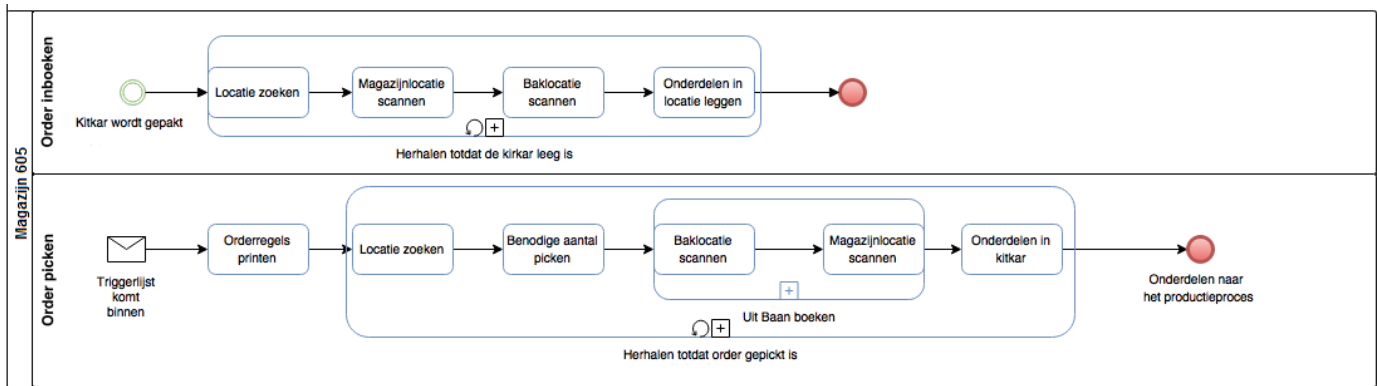


Figuur 2.1: Magazijnstructuur VDL ETG Almelo (Interne communicatie)

In het figuur zijn drie blauwe blokken weergegeven. Deze blokken betreft het montage magazijn van VDL ETG Almelo. Dit montage magazijn bestaat uit de magazijnen 605, 606 en 635 tot en met 639. Daarnaast wordt overwogen om onderdelen die nog gekeurd moeten worden ook in Miniload op te slaan. Deze magazijnen en processen worden hieronder verder toegelicht. De rest van de magazijnen worden toegelicht in bijlage A.

2.2.1 – Magazijn 605

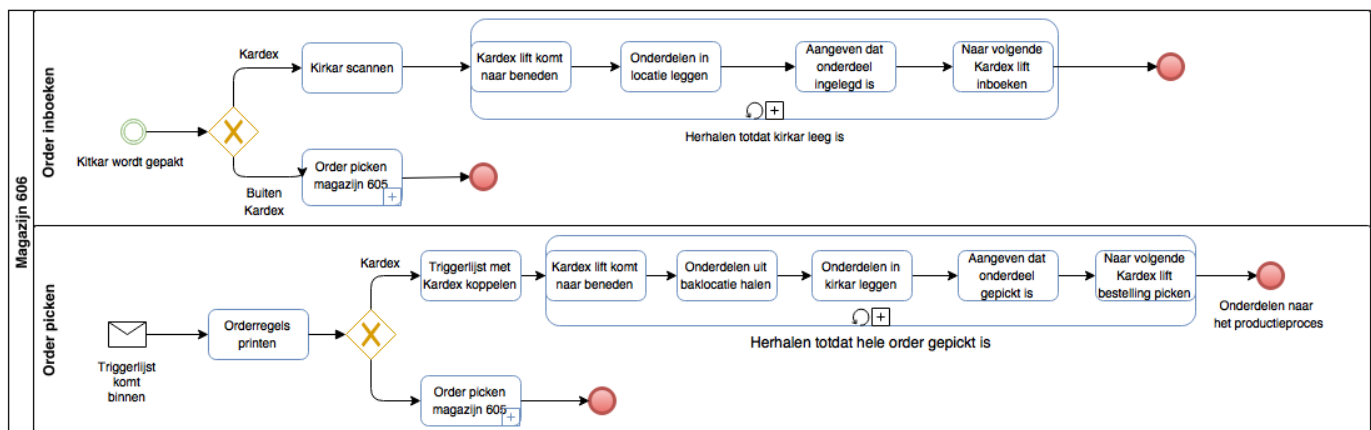
Magazijn 605 is het magazijn voor de opslag van projectmatige producten. Zoals vernoemd in 1.1, werkt VDL ETG Almelo op klantorder. Het magazijn en de opslag van producten gaat dus per project. Dit magazijn bestaat voornamelijk uit veel legbordstellingen, maar ook uit pallet, – draagarmstellingen en vloeroppervlaktes. Deze opslaglocaties worden later toegelicht in hoofdstuk 2.3. Hieronder in Figuur 2.2 zijn de handelingen, die in magazijn 605 verricht worden, weergegeven in een flowchart.



Figuur 2.2: Proces magazijn 605

2.2.2 – Magazijn 606

Magazijn 606 is een deels geautomatiseerd magazijn. In geautomatiseerde deel van magazijn 606 staan Verticale Lift Modules (VLM), deze worden Kardex genoemd. De functie van deze VLM's wordt toegelicht in 6.2.2. Het andere gedeelte bevat draagarmstellingen, palletstellingen, legbordstellingen of vloeroppervlakte. Magazijn 606 is een magazijn waar voornamelijk cleanroom producten voor ASML opgeslagen liggen. Vanuit magazijn 606 gaan onderdelen rechtstreeks de cleanroom in om verwerkt te worden in de eindfabricaten. Dit magazijn bevindt zich niet in de kelder van het pand, maar op hetzelfde niveau als het productieproces. Zoals vermeld is Kardex een geautomatiseerd magazijn. Echter is de invulling hiervan in de gewenste situatie nog niet duidelijk. Wanneer producten niet in Kardex liggen, gaat het order picken hetzelfde als in magazijn 605.

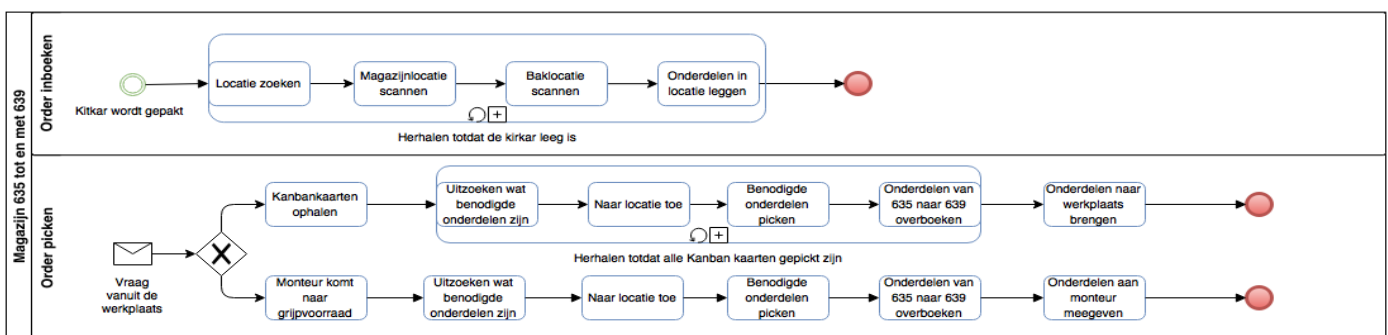


Figuur 2.3: Proces magazijn 606

2.2.3 – Magazijn 635 tot en met 639

De voorraad die in de magazijnen 635 tot en met 639 opgeslagen ligt wordt ook wel grijpvoorraad genoemd. Grijpvoorraad zijn producten die standaard nodig zijn in het productieproces en dus vaker gebruikt worden dan andere producten. Aangezien de doorlooptijd van deze producten hoger is dan de andere producten, is hiervoor een speciaal magazijn ingericht met een andere aansturing dan bij de magazijnen 605 en 606. Zoals beschreven is in de titel, bestaat de grijpvoorraad uit vijf verschillende magazijnen; 635, 636, 637, 638 en 639. In magazijn 635 liggen de producten zonder speciale aandacht, magazijn 636 zijn de producten die naar de wasstraat moeten of in de wasstraat liggen, magazijn 637 zijn de schone producten en magazijn 638 zijn de cleanroom producten. Ten slotte liggen er nog producten in magazijn 639. Dit is het niet gewaardeerde magazijn van VDL ETG Almelo. Dit betekent dat er producten in dit magazijn horen te liggen, maar in de werkelijkheid in de hele fabriek kunnen liggen. Er bestaan namelijk legbordstellingen bij de productie die dienen als grijpvoorraad. Wanneer producten vanuit magazijn 635 naar 639 worden geboekt, betekent dit dat producten beneden uit het magazijn 635 verplaatst worden naar de legbordstellingen bij de productie. Dit geeft dus aan dat bij grijpvoorraad een two-bin systeem wordt gehanteerd. Voor beide magazijnen is beneden in het magazijn een fysieke locatie aanwezig. Wanneer een bak bij de productie leeg is, wordt deze aangevuld vanuit de grijpvoorraad. Als deze afneemt in voorraadniveau, wordt bekeken naar de doorloopsnelheid, de minimale orderhoeveelheid en jaarbehoefte en aan de hand daarvan wordt een advies gegenereerd. Hierdoor wordt de grijpvoorraad aangevuld en is, als het goed is, altijd voorraad in magazijn 635, 636, 637 en 638.

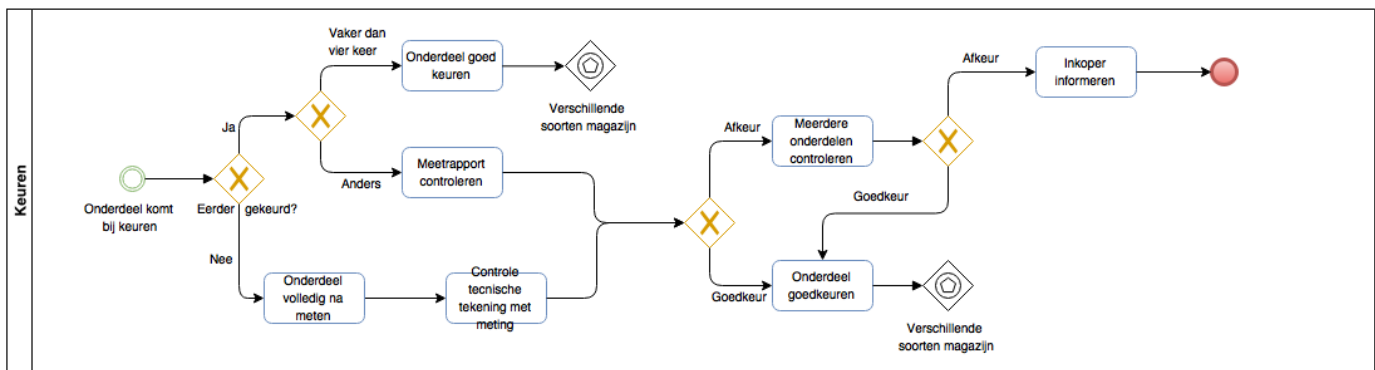
De inslag van producten gaat op dezelfde manier als in 605 en 606. Een locatie wordt opgezocht en de producten worden bijgevuld. Echter kan de trigger van picken voor grijpvoorraad verschillend zijn. De trigger is wanneer de legbordstelling bij de productie leeg is. De monteur doet een Kanban kaart in de legbordstelling. Twee keer per dag loopt de operator uit magazijn 635 tot en met 639 een ronde langs de legbordstellingen van productie. De operator neemt deze Kanban kaarten mee. Op deze Kanban kaarten staan de productnummers en magazijn legbordlocatie op vermeld. De operator pickt de benodigde producten en vult vervolgens de legbordstellingen bij de productie aan. Daarnaast kan het ook zo zijn dat een monteur de producten per direct nodig heeft. In dat geval, komt de monteur zelf naar de operator toe en haalt de benodigde producten op. Bij het picken boekt de operator de producten van magazijn 635, 636, 637 of 638 over naar 639. Wanneer deze overboeking is gebeurd, kan de monteur gebruik maken van de producten op de werkvloer.



Figuur 2.4: Proces magazijn 635 tot en met 639

2.2.4 – Kwaliteitscontrole

De situatie kan zich voordoen waarin producten eerst gekeurd moeten worden, voordat ze het magazijn in kunnen. Producten moeten eerst vier keer uit vier verschillende bestellingen goedgekeurd worden, voordat ze het magazijn in mogen. Daarnaast moeten producten ook gekeurd worden wanneer het de eerste levering is of in de vorige levering een afkeur zat. Bij de kwaliteitscontrole zijn verschillende procedures te volgen. Wanneer het de eerste keuring is, moet een technische tekening bij de levering zitten. Alle maten op de technische tekening moeten nagemeten worden voordat het product goedgekeurd kan worden. Wanneer het product vaker geleverd is, dient een technische tekening met meetrapport aanwezig te zijn. Het meetrapport moet gecontroleerd worden of de maten binnen de relevantie vallen. Als de producten goedgekeurd zijn, gaan ze het magazijn in.



Figuur 2.5: Proces kwaliteitscontrole

2.3 – Opslaglocaties

In 2.2 – Verschillende magazijnlocaties zijn de verschillende magazijnen van VDL ETG Almelo beschreven. In deze verschillende magazijnlocaties bestaan verschillende soorten opslaglocaties. Deze verschillende opslaglocaties die in de huidige situatie worden gebruikt, kunnen mogelijk van belang zijn voor Miniload. Daarom zullen deze opslaglocaties hieronder worden toegelicht. Dit houdt in dat producten op verschillende manieren opgeslagen kunnen worden. In het ERP systeem wordt onderscheid gemaakt tussen vier verschillende opslaglocaties.

- V = Vloerlocaties. Dit zijn locaties in het magazijn waar grote producten opgeslagen worden. Hier worden producten opgeslagen die niet in andere stellingen kunnen qua grootte of passen qua capaciteit. Ook liggen hier producten opgeslagen die beryllium of magneten bevatten. Van deze producten is het nog niet duidelijk of deze in Miniload opgeslagen kunnen worden.
- P = palletlocatie. Dit zijn stellingen in het magazijn waar pallets op liggen, zodat grotere producten, die niet in de bakken kunnen, opgeslagen kunnen worden. Momenteel worden hier twee verschillende soorten pallets voor gebruikt: Europallets en Philipspallets. Voor Miniload wordt uit gegaan van Europallets. De Europallets hebben een afmeting van 120cm x 80cm. Hier moet rekening mee gehouden worden, aangezien in de huidige



Figuur 2.6: Palletstelling (Palletstellingen.nl)

situatie lange producten op deze pallets opgeslagen liggen. Deze lange producten zullen ook in de nieuwe situatie aanwezig zijn. Daarom moet bij de inrichting van het nieuwe magazijn rekening gehouden worden met de lange onderdelen en dus eventueel palletstellingen waarop deze producten opgeslagen kunnen worden.

- L = legbordlocaties. Dit zijn de bakken in de stellingen van magazijn 605, 606 en 635 tot en met 639. Hier worden de relatief kleine producten opgeslagen. Deze locaties zijn project gebonden. Ook liggen producten op anonieme voorraad in deze legbordstellingen.
- D = draagarmlocatie. Deze stellingen lijken op palletlocaties, maar hier worden alleen lange minder zware producten op opgeslagen. Volgens de gesproken magazijnmedewerker zijn al deze draagarmlocaties multi-item. Multi-item is dat meerdere producten op één locatie opgeslagen zijn. Meestal zijn de producten op draagarmstellingen niet erg breed, waardoor meerdere producten op één locatie kunnen.



Figuur 2.7: Draagarmstelling (Manutan, 2016)

In de gewenste situatie worden alle producten in Miniload opgeslagen. Echter is dit waarschijnlijk door verschillende redenen niet mogelijk. Welke soorten opslaglocaties in de gewenste situatie terug gezien worden, wordt later in de conclusie van dit rapport besproken.

Zoals beschreven staat, worden alle producten, in de gewenste situatie, opgeslagen in Miniload. Echter is door bepaalde omstandigheden niet mogelijk om alle producten in Miniload op te slaan. Dit kan te maken hebben met afmetingen, gewicht of andere factoren, zoals producten die magneten of beryllium bevatten. Om dit te kwantificeren hoeveel locaties niet in Miniload passen, is hieronder een tabel met uitleg weergegeven.

In Tabel 2.1 zijn de hierboven genoemde opslaglocaties in magazijn 605 weergegeven. Hierin zijn het aantal pallet-, draagarm-, vloer- en legbordstellingen geteld en in verhouding tot het totaal weergegeven. Hier is te zien dat circa 90% van de opslag in magazijn 605 een legbordstelling betreft. Er wordt uitgegaan van het feit dat alle producten die momenteel in legbordstellingen liggen, in Miniload passen. Dat wil dus zeggen dat 90% van de huidige opslag in 605 in Miniload zal passen. Daarnaast liggen sommige producten op een palletstelling, aangezien momenteel een ruimte tekort in het magazijn wordt ervaren. Hieruit kan dus de conclusie getrokken worden dat iets meer dan 90% van het aantal producten in magazijn 605 in Miniload opgeslagen kan worden.

Soort opslaglocaties	Aantal locaties	Percentage
Pallet	1237	8,68%
Draagarm	88	0,62%
Vloer	155	1,09%
Legbord	12762	89,53%
Overig	13	0,09%
Totaal	14255	100,00%

Tabel 2.1: Verhoudingen opslaglocaties magazijn 605

In de tabel hieronder zijn het aantal locaties per verschillende opslaglocaties in magazijn 606 te zien. In deze berekeningen zijn de locaties in de VLM's van VDL ETG Almelo niet mee genomen. De VLM wordt later in 6.2.2. toegelicht.

Soort opslaglocaties	Aantal locaties	Percentage
Pallet	145	10,48%
Draagarm	25	1,81%
Vloer	3	0,22%
Legbord	1210	87,49%
Overig	0	0,00%
Totaal	1383	

Tabel 2.2: Verhoudingen opslaglocaties magazijn 606

In Tabel 2.2 is te zien dat 87,49% van het totaal aantal locaties een legbordstelling is. Met de aanname, dat alle producten die in een legbordlocaties liggen in Miniload kunnen, mag dus aangenomen worden dat 87,49% van de producten in magazijn 606 in Miniload past. Hierbij is opvallend dat 10,48% een palletlocatie is. Dit betreft een ongeveer dezelfde hoeveelheid als in magazijn 605.

Hieronder is de tabel van magazijn 635 weergegeven. Hier is te zien dat 99,46% van het totaal aantal locaties in magazijn 635 uit legbordstellingen bestaat. Dit percentage is representatief voor de overige magazijnen in de grijpvoorraad, namelijk de magazijnen 636 tot en met 638.

Soort opslaglocaties	Aantal locaties	Percentage
Pallet	6	0,07%
Draagarm	13	0,16%
Vloer	0	0,00%
Legbord	7971	99,46%
Overig	24	0,30%
Totaal	8014	100,00%

Tabel 2.3: Verhoudingen opslaglocaties magazijn 635 tot en met 639

Uit Tabel 2.3 blijkt dat 99,46% in een legbordstelling ligt. Echter staan in Baan verschillende locaties in magazijn 635 tot en met 639 als legbordstelling geregistreerd. Uit verder onderzoek is gebleken dat sommige locaties van deze legbordstellingen, niet in Miniload kunnen, aangezien producten op deze locaties te lang voor een Miniloadbak zijn. Daarnaast zijn in de 99,46% ook de grote legbordstellingen meegerekend, echter kunnen deze producten niet in Miniload. De producten in de grote legbordstellingen zijn meestal lange, dikke slangen.

Uit bovenstaande tabellen kan geconcludeerd worden dat circa 90% van de producten in magazijn 605 in een legbordstelling ligt. Daarnaast ligt circa 88% van de producten in magazijn 606 in een legbordstelling en in de grijpvoorraadmagazijnen ligt gemiddeld 99,50% op voorraad in een legbordstelling.

Echter is hierbij opvallend dat in magazijn 606 10% van de bezette locaties bestaat uit pallet opslaglocaties. Deze opgeslagen producten zijn producten die te groot, lang of zwaar voor de Kardex zijn. Deze producten kunnen dus niet in Kardex worden opgeslagen en dus is de kans heel groot dat deze producten ook niet in Miniload opgeslagen kunnen worden.

Ten slotte moet bekeken worden of het aantal producten dat in Kardex ligt, ook in Miniload kan. Deze analyse wordt gedaan in 5.4.5. Hier wordt een analyse gedaan over het aantal producten in Kardex toen en nu, of deze producten in Miniloadbakken kunnen en welke impact dit heeft op de grootte van Miniload.

2.4 – Conclusie

Om antwoord te geven op de eerste deelvraag: “Hoe ziet de huidige situatie eruit?” zijn er verschillende deelvragen beantwoordt. Hieruit kunnen de volgende conclusies getrokken worden.

Allereerst zijn er in de huidige situatie veel mogelijkheden waar het product naar toe kan. Dit zorgt voor inefficiëntie in het huidige magazijn. Doordat deze inefficiëntie wordt ervaren, wil VDL ETG Almelo graag het montagemagazijn automatiseren. Echter zijn verschillende variabelen geconstateerd die op het gewenste magazijn van invloed kunnen zijn.

- *Productdiversiteit.* Doordat VDL ETG Almelo projectmatig werkt, is er sprake van een grote productdiversiteit. Dit houdt in dat producten verschillen van afmetingen, gewicht of opslagtijd. Dit kan mogelijk een belemmering vormen voor Miniload, aangezien kabels, moeren, bouten en plaatwerken, in de gewenste situatie, gecombineerd worden in één geautomatiseerd magazijn. Zo is te zien dat circa 90% in magazijn 605 opgeslagen ligt in een legbordstelling, circa 88% in magazijn 606 en 99,50% in magazijn 635 tot en met 639.
- *Aantal locaties.* Momenteel zijn veel verschillende opslaglocaties in beslag. Door ruimte gebrek zijn sommige locaties multi-item geworden. In de gewenste situatie is het wenselijk dat dit voorkomen wordt.
- *Montagemagazijn.* Het montagemagazijn bestaat uit verschillende soorten magazijnen die momenteel op verschillende manieren worden aangestuurd. Dit betekent dat momenteel producten projectmatig of anoniem aangestuurd worden. Hier horen verschillende soorten boekingen bij. Ook de aansturing van deze magazijnen moet veranderen om alles in één geautomatiseerd magazijn op te slaan.
- *Afwijkende producten.* Zoals aangegeven bevat het magazijn producten die magneten of beryllium bevatten. In de huidige magazijninrichting is hier een speciaal vak voor ingericht. Dit kan mogelijk een voorwaarde voor Miniload worden.
- *Kardex.* Dit is het geautomatiseerde magazijn dat VDL ETG Almelo al heeft. Echter is de invulling van dit magazijn in de gewenste situatie nog niet duidelijk. Het is onduidelijk of Kardex in de gewenste situatie gebruikt wordt of voor welke producten het gebruikt gaat worden.
- *Onbekende capaciteit.* De capaciteit van het huidige magazijn is niet bekend. Hierdoor is het onduidelijk hoeveel in het huidige magazijn past en hoe groot de capaciteit van Miniload moet zijn. Hier zijn reeds onderzoeken naar gedaan, echter moet onderzocht worden of de huidige situatie nog correspondeert met de gewenste situatie.

Daarnaast is uit verschillende tellingen gebleken dat circa 90% van het totaal aantal locaties in magazijn 605 bestaat uit legbordstellingen, circa 70% in magazijn 606 en circa 99,50% in de grijpvoorraadmagazijnen. Hierbij is het opvallend en moet rekening gehouden worden met het feit dat 20% van het aantal stellingen in magazijn 606 bestaat uit palletstellingen. Deze producten kunnen niet in Miniload opgeslagen worden en hier moet dus een andere oplossing voor bedacht worden.

Hoofdstuk 3 – Huidige performance

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de tweede kennisvraag: “Wat is de performance van het huidige magazijn?”. In hoofdstuk 2 zijn alle processen in de huidige situatie uitgelegd. De manier van inrichten heeft invloed op de Key Performance Indicators (KPI) van het huidige magazijn. Deze worden hieronder beschreven. Allereerst wordt in 3.1 de KPI's van de Materials Handling besproken en vervolgens wordt in 3.2 de huidige dashboard van het magazijn toegelicht. Ten slotte komt ter discussie welke KPI's van invloed zullen zijn op Miniload.

Om te analyseren hoe het huidige magazijn functioneert, zijn binnen VDL ETG Almelo verschillende KPI's opgesteld. Momenteel worden deze waarden bijgehouden in een Excel bestand. De data in deze Excel bestanden wordt gegenereerd uit Baan. Miniload kan mogelijk invloed hebben op onderstaande KPI's. Binnen VDL ETG Almelo worden ook andere KPI's, zoals aantal klachten, en aantal zendingen bijgehouden. Echter zijn deze KPI's niet van toepassing op Miniload, dus zullen deze niet hieronder toegelicht worden.

3.1 – KPI's Materials Handling

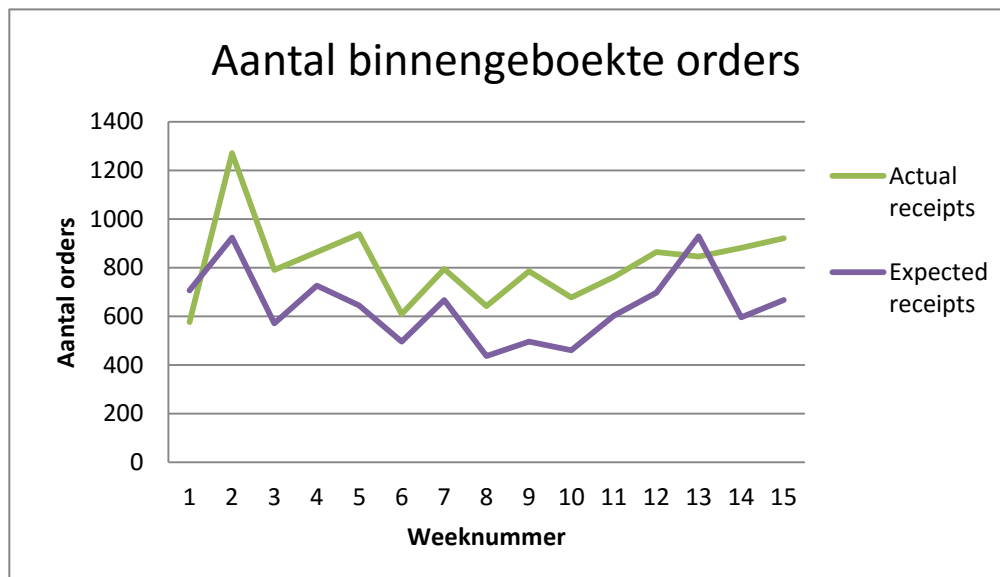
In de huidige situatie worden de verschillende KPI's van Materials Handling (MH) bijgehouden. MH zijn alle stromingen en processen binnen het magazijn.

3.1.1 – Aantal binnen geboekte orders magazijn 606

Allereerst wordt de KPI binnen geboekte orders van ASML bijgehouden. Aangezien ASML een grote afnemer van VDL ETG Almelo is, hebben zij een apart magazijn. Dit is hierboven reeds vermeld. Daarom wordt het aantal binnen geboekte orders in dit magazijn bijgehouden.

De verkregen data is van week 1 tot en met week 15 van het jaartal 2016. In de grafiek hieronder is een overzicht verkregen van het verloop van het aantal binnen geboekte orders.

Uit deze grafiek is af te lezen dat de echte aantal binnen geboekte orders bijna altijd hoger is dan verwacht.

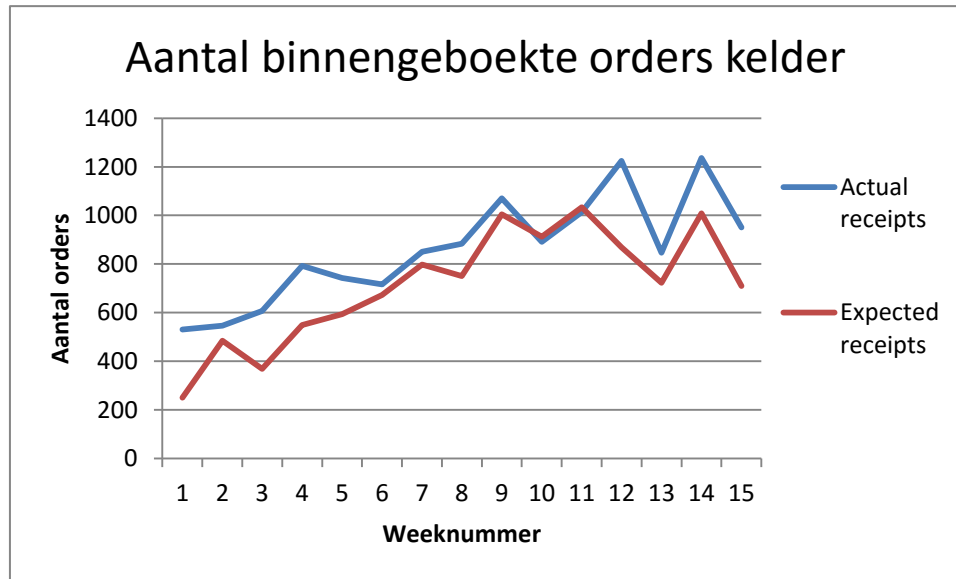


Grafiek 3.1: Aantal binnengeboekte orders ASML

3.1.2 – Aantal binnen geboekte orders kelder

De andere projecten binnen VDL ETG Almelo worden opgeslagen in het magazijn in de kelder. Hier wordt het aantal binnengeboekte orders ook bijgehouden.

Ook hier blijkt uit de grafiek dat het aantal binnengeboekte orders groter is dan het verwachte aantal orders.

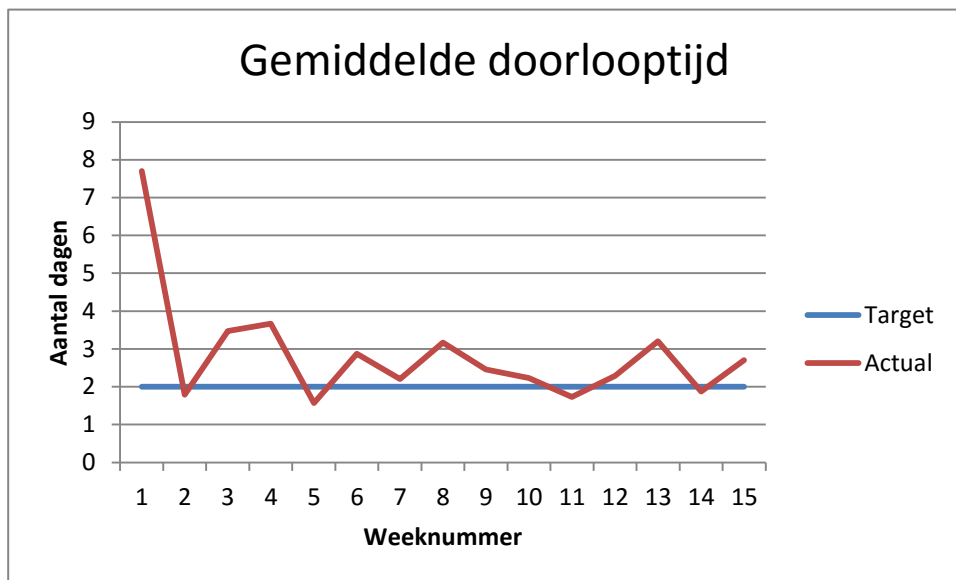


Grafiek 3.2: Aantal binnengeboekte orders kelder

3.1.3 – Gemiddelde doorlooptijd

De gemiddelde doorlooptijd per week is de gemiddelde doorlooptijd van onderdelen van binnen boeken tot goed- of afkeur.

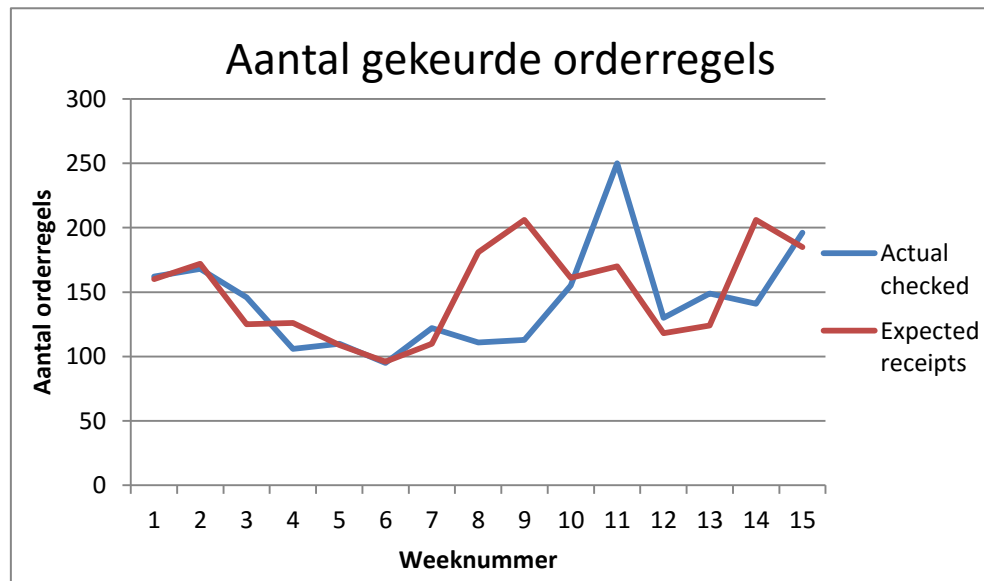
Uit de grafiek blijkt dat de gemiddelde doorlooptijd per week vaak langer is dan het doel. Dit is onwenselijk, aangezien onderdelen zo langer op een ontvangst locatie liggen. Wanneer onderdelen lang op een ontvangstlocatie liggen, zijn deze niet beschikbaar voor het pick proces. Zodra deze onderdelen afgekeurd worden, kan het mogelijk gevolgen hebben voor het productieproces.



Grafiek 3.3: Gemiddelde doorlooptijd

3.1.4 – Aantal gekeurde orderregels

Het aantal gekeurde orderregels is het aantal orderregels dat bij de kwaliteitscontrole goed- of afgekeurd is. Deze KPI is gecorreleerd met de gemiddelde doorlooptijd per week. Wanneer het verwachte aantal gekeurde orderregels gelijk loopt met de actual



Grafiek 3.4: Aantal gekeurde orderregels

orderregels, zal de verwachte doorlooptijd per week beter afgestemd zijn op de echte doorlooptijd per week.

Uit de grafiek blijkt dat het verwachte aantal gekeurde orderregels redelijk overeen komt met het verwachte aantal gekeurde orderregels.

3.1.5 – Gemiddelde waardes KPI huidige situatie

Om aan te kunnen tonen hoe de huidige KPI's veranderen, is hieronder in een tabel de gemiddelde waarde per KPI weergegeven.

KPI's huidige analyse	Actual	Expected	Vershil (actual - expected)
Aantal binnengeboekte orders ASML	814,47	640,93	173,53
Aantal binnengeboekte orders kelder	860,00	715,27	144,73
Gemiddelde doorlooptijd	2,86	2,00	0,86
Aantal gekeurde orderregels	143,60	149,93	-6,33
Achterstand	31,47	20,00	11,47
Aantal zendingen	126,31	259,15	-132,85

Tabel 3.1: Gemiddelde waardes per KPI in huidige situatie

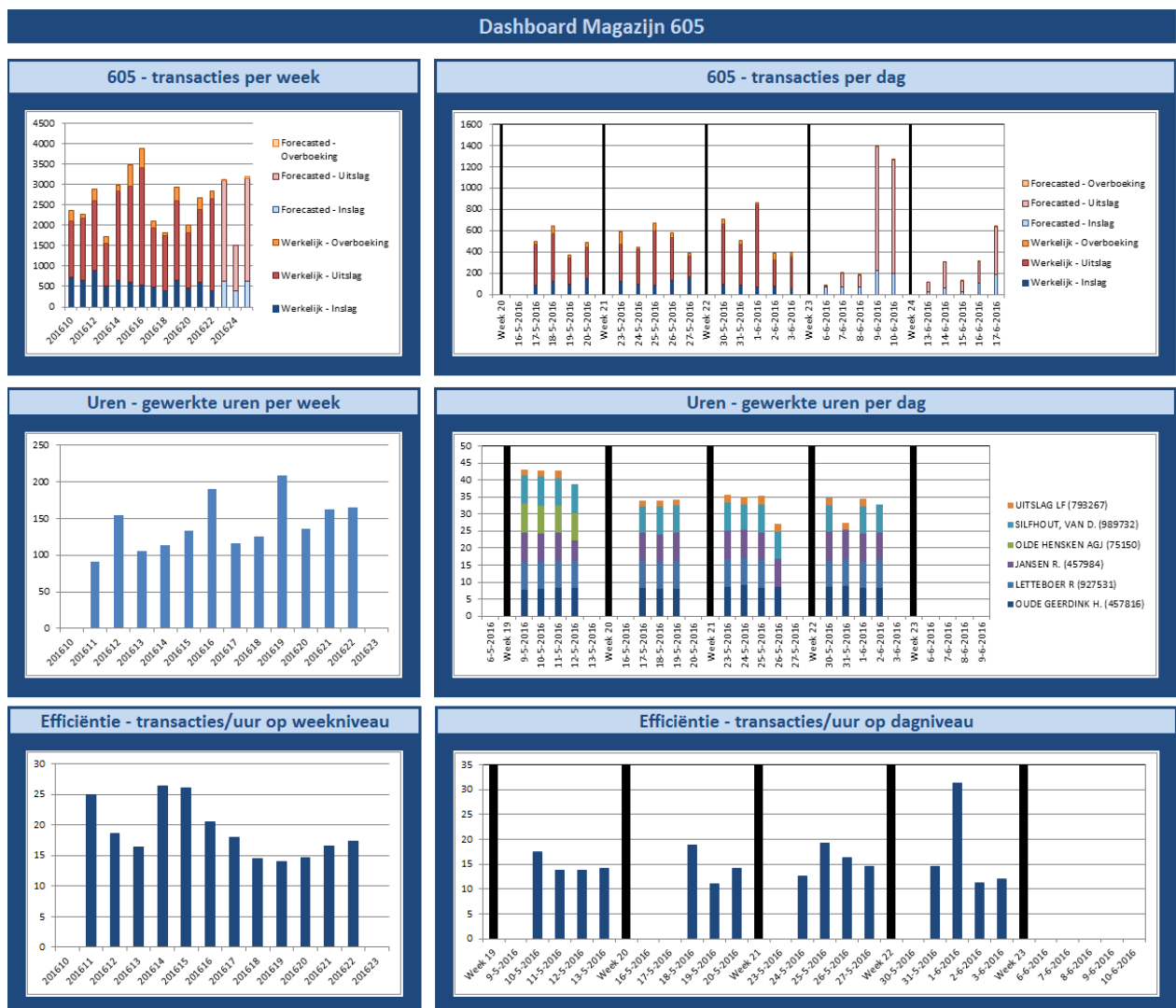
Deze data is gemiddeld berekend over de periodes 1 tot en met 15 van 2016. Deze data gaat over het gemiddelde van die periode. Hierbij is ook het verschil weer gegeven. Dit wil zeggen dat het aantal binnen geboekte orderregels van ASML 173 onderdelen hoger is uitgevallen dan verwacht. Echter kunnen hier geen conclusies uitgetrokken worden, aangezien het verwachte meestal lager uitvalt dan de werkelijkheid. Dit komt vaak door onverwachte orders die in een week erbij komen.

3.2 – Dashboard magazijnen

Naast de bovenstaande KPI's worden ook gegevens bijgehouden omtrent het gewerkte aantal uren en het aantal transacties die per dag gedaan worden. Dit wordt in een dashboard weergegeven in verschillende staafgrafieken.

3.2.1 – Dashboard magazijn 605

Aangezien de te verrichten handelingen in magazijn 605 verschillen van de inkomende goederen, zijn de KPI's die in het dashboard gemeten worden ook anders. Hieronder is te zien dat de eerste KPI het aantal transacties per week is. Deze wordt opgesplitst in overboeken, uitslag en inslag. Dit zijn de handelingen die voorkomen in het magazijn. Door het aantal gewerkte uren per week en per dag te koppelen aan deze transacties, kan de efficiëntie bepaald worden. Deze wordt, net als bij de inkomende goederen, gedefinieerd als het aantal transacties per uur op week- of dag niveau.

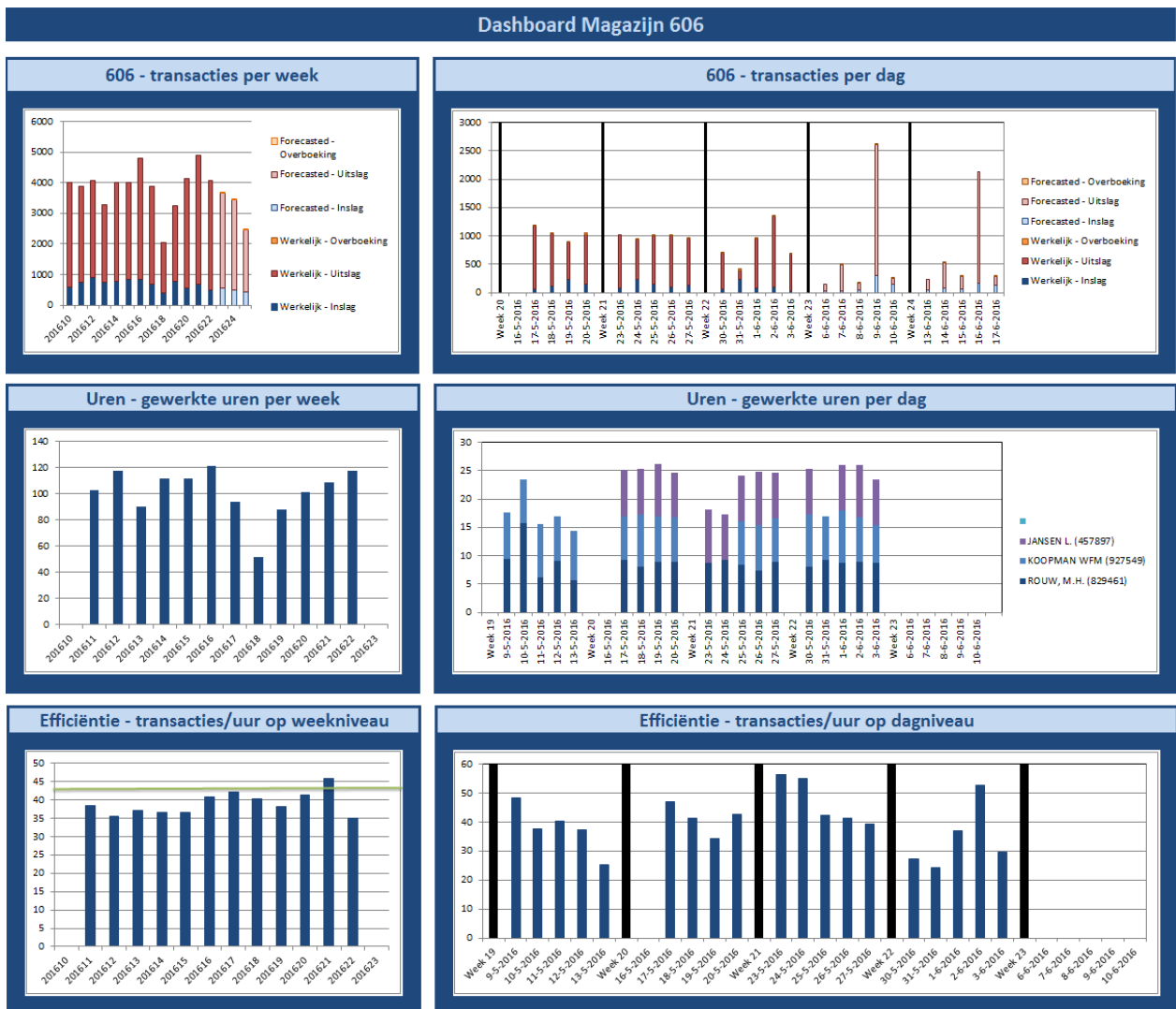


Figuur 3.1: Dashboard magazijn 605

3.2.2 – Dashboard magazijn 606

Het dashboard van magazijn 606 is redelijk hetzelfde als het dashboard van magazijn 605. Hier is namelijk ook te zien dat allereerst het aantal transacties per week of dag wordt bijgehouden. Daarnaast worden de aantal gewerkte uren per week of dag weer gegeven, zodat tenslotte een efficiëntie bepaald kan worden. Deze efficiëntie is gedefinieerd als het aantal transacties per uur per week- of dag.

Wanneer het dashboard van magazijn 606 met 605 vergeleken wordt, blijkt dat de schaal van het magazijn 606 groter is. Dat betekent dus dat meer transacties per week of dag gedaan worden. Dit is te verklaren door de VLM die zich in magazijn 606 bevindt. Dit is een deels geautomatiseerd magazijn, waardoor de onderdelen naar de operator toegaan in plaats van de operator naar de goederen. Hierdoor kan per dag meer inslag en uitslag plaats vinden. De werking van een VLM wordt verder toegelicht in 6.2.2.



Figuur 3.2: Dashboard magazijn 606

3.3 – Conclusie

Uit bovenstaand hoofdstuk kan geconcludeerd worden dat verschillende KPI's binnen VDL ETG Almelo worden bijgehouden betreffende het magazijn. Deze zijn het aantal binnen geboekte regels, gemiddelde doorlooptijd, gekeurde orderregels, achterstand en aantal zendingen. Daarnaast worden in de verschillende dashboards gegevens bijgehouden van de transacties die werknemers verrichten. Hierin wordt het aantal gewerkte uren, aantal transacties en efficiëntie bijgehouden. Deze drie KPI's worden per week en per dag bijgehouden. Echter valt over de eerst genoemde KPI's in verhouding niet veel te zeggen, aangezien deze niet rechtstreeks zijn uitgezet tegen het aantal uren dat daarvoor verzet is.

In dit hoofdstuk is de analyse van de performance van de huidige situatie ten sprake gekomen. Echter is dit niet erg specifiek gedefinieerd. In de dashboards wordt de efficiëntie bijgehouden, maar deze is niet specifiek gedefinieerd per handeling. Hiermee wordt de inslag, voorraadoverboekingen en uitslag bedoeld. Deze gegevens zullen later in het verslag nader gespecificeerd worden om vervolgens de eventueel te behalen efficiëntie te berekenen. Deze efficiëntie geeft globaal weer hoeveel handelingen een werknemer per uur doet. Echter wordt hier niet nader gespecificeerd hoelang een werknemer over één handeling doet. Dit wordt nader toegelicht in 5.4.1 – Efficiëntie.

Hoofdstuk 4 - Literatuuronderzoek

In dit hoofdstuk wordt de literatuur beschreven die de huidige en gewenste situatie binnen VDL ETG Almelo ondersteunt. Dit geeft dus antwoord op de kennisvraag: “Welke literatuur dient ter verrijking van het onderzoek?” Allereerst wordt in 4.1 de voor- en nadelen van automatisering toegelicht en vervolgens in 4.2 de mogelijkheden van verschillende geautomatiseerde magazijnen. In 4.3 wordt een theorie over een mogelijk efficiënte indeling van het magazijn en manier om te picken. Paragraaf 4 beschrijft een theorie over te behalen snelheden van Miniload en de wachttijd van de operator. Ten slotte zal in de conclusie een theorie uitgekozen worden die ten ondersteuning dient van het uiteindelijke advies.

4.1 – Automatisering

In de het boek van Gwynne Richards worden de voor-en nadelen van automatisering op een rijtje gezet. Deze zijn hieronder in Tabel 4.1 weer gegeven.

Voordelen	Nadelen
Verhoogde ruimtebesteding	Hoge opportunitykosten
Hoge en smalle paden	Hoge investeringskosten
Random opslag	Systeem defecten
Hogere opslagdichtheid	Gestandaardiseerde unit loads
Meer controle	Afwijkingen apart behandelen
Pallet tracking door WMS	Kwaliteitscontrole is nodig bij de intake
Werk en energie besparing	Flexibiliteit verloren
Weinig beveiliging nodig	
Continuïteit	
Veiligheid (reductie in ongelukken)	
Mogelijkheid tot omgaan met gevaarlijke omgevingen	
Constance performance level	
Continu overzicht	

Tabel 4.1: Voor- en nadelen automatisering (Richards, Warehouse Management, 2011)

Zoals te zien is in Tabel 4.1 zijn er meer voordelen dan nadelen aan automatisering. Deze voor – en nadelen blijken uit de theorie, echter moeten deze voor-en nadelen nog gekoppeld worden naar de huidige situatie binnen VDL ETG Almelo.

Het eerst genoemde nadeel is de hoge opportunitykosten. Opportunity kosten zijn kosten van het opgeofferde alternatief (Bos). In de situatie binnen VDL ETG Almelo betreft de opoffering de huidige, handgestuurde, situatie. Aan deze situatie zijn vele voor-en nadelen verbonden, echter is de verwachting dat de opbrengsten en efficiëntie van Miniload groter zullen zijn dan de opbrengsten en efficiëntie van het huidige magazijn. Dit zal echter nog verder onderzocht worden.

Ten tweede worden hoge investeringskosten als nadeel van automatisering genoemd. Echter is in de tijdsperiode 2012 tot 2014 onderzoek gedaan naar Miniload. Mijn onderzoek is gericht op het effectief en efficiënt laten verlopen van de implementatie van Miniload. Dit geeft dus aan dat VDL ETG Almelo bereid is om een investering in Miniload te doen. Echter moet het systeem niet duurder worden dan toen berekend is.

Ten derde wordt als mogelijke nadeel van automatisering systeem defecten genoemd. Er kan zich de situatie voordoen waarin een kraan kapot gaat en hierdoor dit gangpad tijdelijk stil komt te staan. Echter zullen hiervoor door de leverancier verschillende mogelijkheden tot reparatie aangeboden kunnen worden of andere oplossingen die ervoor zullen zorgen dat het werk niet stil komt te staan. Toch blijft dit als een nadeel van Miniload en hier moet VDL ETG Almelo verschillende scenario's voor verzinnen.

Ten vierde is een nadeel dat gebruik gemaakt moet worden van gestandaardiseerde unit loads. Dit is zeker van VDL ETG Almelo op toepassing, aangezien zoals eerder vernoemd, binnen VDL ETG Almelo veel verschillende soorten producten zijn. Zoals hierboven beschreven in 1.5 wordt aangenomen dat alle onderdelen uit de legbordstellingen in Miniload passen. Dit betreft 90% van het magazijn 605, circa 88% van magazijn 606 en 99,50% van magazijn 635 tot en met 639. Voor de rest van de onderdelen moet een passende oplossing gezocht worden. Dit zal later in het verslag toegelicht worden. Daarnaast is gewicht een mogelijke beperking. De bakken kunnen een maximaal gewicht hebben, anders kan de kraan het gewicht niet aan.

Het vijfde nadeel van automatisering is volgens de theorie van Gwynne Richards dat afwijkingen apart behandeld moeten worden. Dit is van toepassing op VDL ETG Almelo. Aangezien het magazijn momenteel verschillende soorten producten bevat, zullen ook niet alle producten in Miniload passen. Er zal dus sprake zijn van afwijkende producten. Welke percentage van het totale magazijn dit betreft, is besproken in 2.3. Voor deze producten kunnen verschillende oplossingen bedacht worden. Zo kunnen bepaalde vloer-, pallet- of draagarmstellingen gebruikt worden in de nieuwe situatie. Dit hoeft geen groot probleem voor de gewenste situatie te vormen, echter moet hier rekening mee gehouden worden, aangezien de afwijkende producten blijven bestaan.

Ten zesde wordt als nadeel de kwaliteitscontrole bij de intake genoemd. Dit is ook van toepassing op VDL ETG Almelo. Momenteel worden producten die gekeurd moeten worden, eerst naar een aparte opslaglocatie in het magazijn gebracht. Vanuit daar worden de producten gekeurd en bij goedkeur gaan de producten het magazijn in. In de gewenste situatie moet bekeken worden waar deze producten gekeurd moeten worden.

Ten slotte wordt de verlies van flexibiliteit genoemd. In de huidige situatie kan extra ruimte gecreëerd worden wanneer een piek in de vraag ontstaat. Er kunnen gemakkelijk bakken of vloerlocaties vrijgemaakt worden. Echter is dit lastiger in een geautomatiseerd magazijnsysteem. Hier zijn de opslaglocaties en het aantal bakken vast gesteld en kan niet zomaar extra ruimte gecreëerd worden in het systeem. Hierdoor moet extra ruimte vrij gemaakt worden in een pallet -of vloerlocatie.

4.2 – Verschillende magazijn systemen

In de theorie van Gwynne Richards wordt er onderscheid gemaakt tussen verschillende soorten opslag. Deze verschillende soorten opslagtypes zijn weergegeven in Figuur 4.1. Hier is te zien dat de verschillende opslagtypes worden geselecteerd op de volgende criteria: productgrootte, aantal orders, doorlooptijd van producten en de grootte van de voorraad. Daarnaast heeft VDL ETG Almelo momenteel al vier Verticale Lift Modules in bezit en wordt per criteria een vergelijking gemaakt tussen Miniload en Verticale Lift Modules.

Uit Figuur 4.1 blijkt dat Miniload elke opslagmethode kan picken, behalve een pallet. Het is dus niet mogelijk om pallets in Miniload op te slaan.

Daarnaast bestaat er de kop 'security'. Volgens de theorie van Gwynne Richards is product veiligheid dat producten in een automatisch systeem opgeslagen liggen. Hierdoor is het voor het personeel niet mogelijk om bij de producten te komen. Hierdoor wordt diefstal voorkomen, voorraadlevel nauwkeurigheid bijgehouden en kan First In First Out (FIFO) gehanteerd worden. Bij Miniload is de beveiliging hoog (Richards, Warehouse Management, 2011, p. 78). Ook bij de Verticale Lift Modules is de beveiliging van producten hoog. Dit is beide te wijten aan het feit dat producten naar de operator toe moeten komen voordat de operator bij de producten kan. Hierdoor is het niet mogelijk om bij de producten te komen wanneer de machine niet werkt.

Als derde wordt de grootte van de te picken producten behandeld. Hieruit blijkt dat Miniload alle producten tot en met 5 kubieke feet kan picken. Eén feet is 0,3048 meter (Lenntech). Dat is een inhoud van 1,524 m³. Dit kan een beperking van verschillende producten voor in Miniload zijn. Grotere pick groottes kunnen bereikt worden met een pallet load AS/RS bereikt worden. Echter is deze grootte voor VDL ETG Almelo niet gewenst, aangezien de kleine onderdelen hiermee niet goed gepickt kunnen worden en deze wel in het magazijn aanwezig zijn. Daarnaast kan in de Verticale Lift Module nog kleinere producten dan in Miniload. Dat wil dus zeggen dat producten die in de huidige Verticale Lift Module liggen opgeslagen, mogelijk een belemmering kunnen vormen voor de opslag van die producten in Miniload.

	Mechanized – Automated				
	Automated Dispensing System	Vertical Lift Module or Carousel	Horizontal Carousel	Mini-Load AS/RS	Pallet Load AS/RS
Picking Type					
Piece	♦	♦	♦	♦	◊
Inner Pack	♦	♦	♦	♦	◊
Full Case	◊	◊	◊	♦	♦
Full Pallet					♦
Security					
High		♦	◊	♦	♦
Medium	♦	♦	♦	♦	♦
Low	♦	♦	♦	♦	♦
Pick Unit Size					
<0.0005 Cubic Ft.	♦	♦	◊	♦	◊
0.0005–0.015 Cubic Ft.	♦	♦	♦	♦	◊
0.015–0.125 Cubic Ft.	◊	◊	◊	♦	♦
0.125–1 Cubic Ft.				♦	♦
1–5 Cubic Ft.				◊	♦
5–10 Cubic Ft.					♦
>10 Cubic Ft.					♦
Daily Hits					
<0.05		◊	◊	◊	◊
0.05–0.2		◊	◊	◊	◊
0.2–1		♦	♦	♦	♦
1–5		◊	◊	♦	♦
5–10				◊	♦
10–50	◊				
>50	♦				
Daily Cubic Velocity					
<0.005 Cubic Ft.		♦	♦	◊	
0.005–0.1 Cubic Ft.	◊	♦	♦	◊	
0.1–0.5 Cubic Ft.	◊	◊	◊	♦	
0.5–5 Cubic Ft.	♦			♦	
5–10 Cubic Ft.	♦			◊	◊
10–25 Cubic Ft.	♦				♦
25–100	◊				♦
>100					♦
Average Inventory Cube					
<0.125 Cubic Ft.		♦	♦	◊	
0.125–2 Cubic Ft.	◊	♦	♦	♦	
2–5 Cubic Ft.	♦	◊	◊	♦	
5–10 Cubic Ft.	♦			♦	
10–25 Cubic Ft.	♦			◊	
25–250 Cubic Ft.	♦				♦
>250 Cubic Ft.	♦				♦

Legenda = ♦ OPTIMAL
◊ FEASIBLE

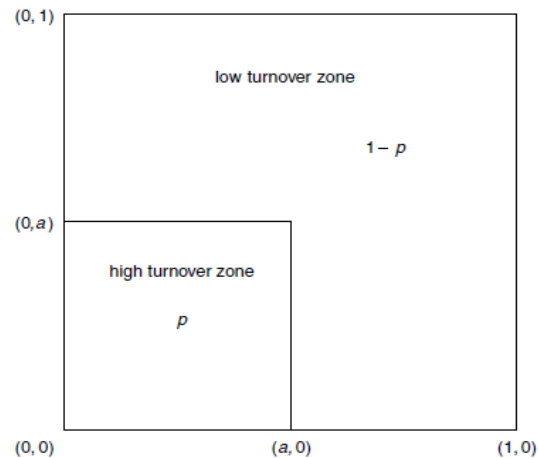
Figuur 4.1: Verschillende opslagtypes (Richards, Pick module selection matrix, 2011, p. 96)

Het volgende punt is de daily hits. Dit geeft aan hoe vaak hetzelfde product per dag gepickt wordt. Voor Miniload en vele andere systemen geeft het aan dat een product gemiddeld 0.2 tot 5 keer per dag gepickt wordt. Hier is voor Miniload ten opzichte van andere systemen niet perse een voordeel.

Daarnaast is de dagelijkse vierkante meter snelheid ook van belang bij het kiezen van een geautomatiseerd systeem. In Figuur 4.1 is te zien dat Miniload sneller is dan een Verticale Lift Module. VDL ETG Almelo ziet graag dat de operator geen wachttijd van het geautomatiseerde systeem ervaart. In de huidige situatie ervaart de operator bij de Verticale Lift Module wachttijd door het systeem. Dit komt doordat het systeem is ingericht waarbij inslag aan één kant gebeurt en uitslag aan de andere kant. Het in- en uitslagproces kan niet tegelijk gebeuren, waardoor een operator soms wachttijd kan ervaren. Het zou dus in het voordeel van VDL ETG Almelo werken om een sneller systeem te krijgen.

4.3 – Input/output punt

In de theorie van Park et al wordt de prestatie van Miniload beschreven (Park, Foley, & Frazelle, 2004). In deze theorie wordt onderscheid gemaakt tussen hoge en lage omzet. Dit zijn dus onderdelen die vaak of minder vaak gepickt worden. Volgens de theorie van Park et al moeten de onderdelen die een hoge omzet hebben, dicht bij het Input/Output (I/O) punt liggen. De onderdelen met een lage omzet worden opgeslagen in de achterste regionen. Deze indeling is tevens in Figuur 4.2 weergegeven. Wanneer deze indeling in het magazijn gemaakt wordt, gaat volgens de theorie van Park et al de productiviteit van het geautomatiseerde magazijn omhoog.



Figuur 4.2: Input/Output punt (Park, Foley, & Frazelle, 2004)

De random locatie die bezocht wordt door de machine, ligt met kans p in het hoge omzet gebied. Anders ligt, met kans $1-p$ de locatie in het lage omzet gebied. In elk gebied, is de locatie uniform verdeeld.

Daarnaast wordt in deze theorie de dual command travel time benoemd. Dit is de tijd die nodig is voor de machine om een bak te picken vanuit het I/O punt, te reizen naar de volgende locatie, de bak te legen, reizen naar de twee locatie, de bak te pakken, terug te reizen naar het I/O punt en de bak te legen.

4.4 – Snelheid

Om de efficiëntie van het picken te kunnen waarborgen en de reistijd te reduceren, is uit de slides van Dhr. Mantel een formule voor de reistijd weergegeven. Deze formule bevat verschillende eenheden. De E staat voor expected, de T voor traveltime (oftewel reistijd), de N staat voor hoeveel single commands de Miniloadkraan moet maken. De Q is de minimale reistijd die afgelegd moet worden. T_{in} is de tijd die de Miniloadkraan nodig heeft om een bak in Miniload te leggen en t_{out} is de tijd die de Miniload nodig heeft om een bak uit Miniload te halen.

Expected total time required for N single commands:

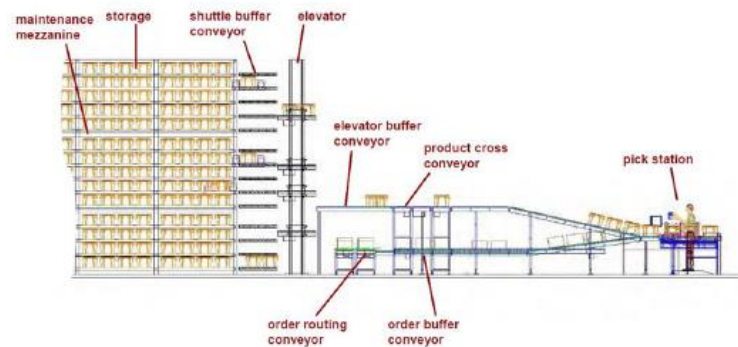
$$E(T(N)) = N \left[T \left(1 + \frac{Q^2}{3} \right) + t_{in} + t_{out} \right]$$

with: $T = \max(T_h, T_v)$
 $Q = \min\left(\frac{T_h}{T}, \frac{T_v}{T}\right)$

Figuur 4.3: Formule reistijd Miniloadkraan (Mantel, 2016)

Deze formule is niet geheel toepasbaar op de gewenste situatie van VDL ETG Almelo, aangezien deze formule uitgaat van single commands. Daarnaast is het niet mogelijk om de formule keer twee te doen, aangezien bij een dual command de reistijd korter is dan bij twee keer een single command. Daarnaast moeten verschillende aannames gedaan worden omtrent de T_{in} en T_{out} . Hierdoor wordt de uitkomst niet geheel betrouwbaar.

De verwachte reistijd die berekend wordt volgens de formule in Figuur 4.4 is gebaseerd op de volgende theorie. Wanneer het picken vanuit een geautomatiseerd magazijnsysteem centraal gebeurt, bespaart het reistijd en dus wacht/picktijd voor de operator. Dit is te zien in Figuur 4.4. Hier is te zien dat alle kranen worden aangestuurd vanuit het midden van de hoogte van het systeem. Dat wil dus zeggen dat de reistijd naar beneden even ver is als de reistijd naar boven.



Figuur 4.4: Miniload picken (Mantel, 2016)

4.5 – Conclusie

Zoals beschreven in de inleiding van dit hoofdstuk, dient de literatuur ter verrijking van het onderzoek. In het hoofdstuk zijn verschillende theorieën met betrekking tot geautomatiseerde magazijnen. Echter kunnen niet alle theorieën terug komen in het advies dat gegeven wordt. Om te bepalen welke literatuur terug gaat komen, zijn verschillende criteria opgesteld waaraan de theorie moet voldoen om terug te komen in het advies.

Allereerst dient de theorie toepasbaar te zijn voor het huidige onderzoek. Er bestaan veel theorieën over hoe een magazijn ingedeeld zou moeten zijn en wat de meest efficiënte manier van een indeling van een magazijn is. Echter dient dit onderzoek als grondslag voor een advies aan VDL ETG Almelo over de haalbaarheid van de implementatie van Miniload en niet over de inrichting van Miniload.

Ten tweede dient de theorie het onderzoek te ondersteunen. Miniload zal geïmplementeerd worden wanneer het efficiënter blijkt dan de huidige situatie. Een theorie moet dus kort en oppervlakkig beschrijven hoe een geautomatiseerd magazijn meer efficiëntie kan behalen dan in de huidige situatie zonder te verdiepend te zijn.

Theorie	Toepasbaarheid	Haalbaarheid	Totaal	
			+	-
Automatisering	++	+	3	0
Magazijnsystemen	++	+	3	0
I/O punt	-	++	2	1
Snelheid	-	+	1	1

Tabel 4.2: Conclusie literatuur

De theorie van Gwynne Richards over de voor-en nadelen van automatisering is handig voor het huidige onderzoek. Hier worden alle aspecten die een rol spelen bij de automatisering benoemd. Dit is gunstig, aangezien in deze theorie aspecten benoemd worden, die niet meteen herkend worden, maar degelijk van belang zijn. Daarom heeft deze theorie ++ gescoord op toepasbaarheid. Echter zegt deze theorie iets minder over de efficiëntie van het magazijn, waardoor het een + scoort op deze criteria.

De theorie van Gwynne Richards over de verschillende soorten geautomatiseerde magazijnsystemen die bestaan, krijgt voor beide criteria ++. Deze theorie leent zich goed voor de onderbouwing voor een advies over Miniload, doordat verschillende geautomatiseerde systemen met elkaar vergeleken worden. Daarnaast ondersteunt deze theorie de efficiëntie van Miniload ten opzichte van andere magazijnen. Echter gaat deze theorie niet inhoudelijk in op de layout van het magazijn.

Daarnaast is nog de theorie over het I/O punt. Deze theorie zal het advies over een eventuele implementatie niet beïnvloeden. Echter heeft deze theorie een goede invalshoek betreft de efficiëntie die Miniload kan halen en hoe Miniload ingericht zou moeten worden. Deze theorie zal waarschijnlijk meegenomen worden in het advies, maar zal niet ten grondslag liggen aan mijn advies.

Ten slotte wordt hierboven de theorie over de snelheid van Miniload beschreven. Deze kan toegepast worden volgens een formule die in Figuur 4.3 weergegeven wordt. Echter is deze formule niet geheel toepasbaar op de huidige en gewenste situatie binnen VDL ETG Almelo. Om de formule toepasbaar te maken, dienen verschillende aannames gedaan te worden, die toegelicht zijn in de theorie. Toch is het picken vanuit het midden van Miniload redelijk haalbaar en dit komt terug in het advies. Daarom scoort de theorie op haalbaarheid een +.

Uiteindelijk komt in het verslag de theorie van Gwynne Richards over automatisering en verschillende magazijnsystemen terug. Deze theorieën hebben de meeste punten gescoord op de criteria die aan de literatuur zijn. Deze theorieën zullen uiteindelijk het advies aan VDL ETG Almelo ondersteunen.

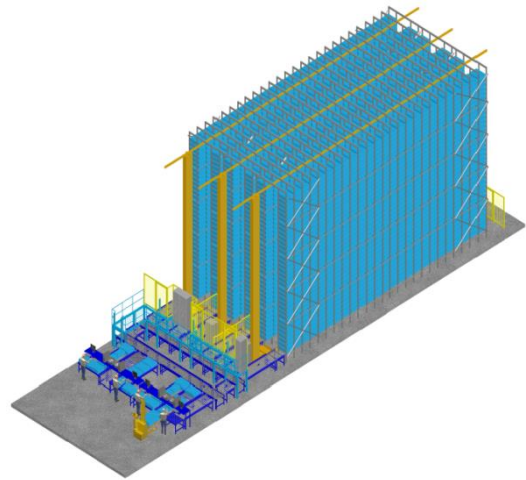
Hoofdstuk 5 – Gewenste situatie

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de kennisvraag: “Hoe ziet de gewenste situatie eruit?”. Allereerst wordt in 5.1 Miniload omschreven, waarna de beschikbare informatie onderzocht wordt, zodat er voort gebouwd kan worden op reeds beschikbare informatie. Vervolgens zullen de voorwaarden voor Miniload vanuit VDL ETG Almelo in 5.3 in kaart gebracht worden en ten slotte wordt in 5.4 de implementatie van deze voorwaarden besproken, zodat er een conclusie uit voort kan stromen.

5.1 – Miniload

Om de vraag “Hoe ziet de gewenste situatie eruit?” te beantwoorden, moet eerst de gewenste situatie beschreven worden. Zoals beschreven in de inleiding, ziet VDL ETG Almelo graag dat alle producten in het huidige magazijn in een geautomatiseerd magazijnsysteem passen. Na eerder verrichte onderzoeken blijkt dat Miniload passend is gebleken voor de magazijnomgeving van VDL ETG Almelo.

Miniload is een automatisch opslagsysteem voor bakken. Ter visualisatie is in Figuur 5.1 een afbeelding weer gegeven van een Miniload systeem. Hier is te zien hoe via een loopband verschillende bestellingen binnen komen. Deze gaan vervolgens naar de operators toe. Deze operators zullen de bestelling in het ERP systeem boeken. Vervolgens wordt de bestelling in een bak gelegd en door het Warehouse Management System (WMS) automatisch een locatie in Miniload toegekend.



Figuur 5.1: Miniload (interne communicatie)

Zoals meerdere malen in het verslag is aangegeven, werkt VDL ETG Almelo projectmatig. Het toekennen van een locatie in Miniload kan projectgebonden of anoniem. Wanneer het product projectmatig opgeslagen moet worden, wordt een locatie met productnummer opgeroepen. Wanneer een anoniem product gepickt wordt, wordt alleen het productnummer in Miniload ingevoerd. Hierdoor wordt het product gepickt dat het eerst ingeboekt was.

De voordelen van Miniload ten opzichte van een handgestuurd magazijn zijn de hoge benutting van de beschikbare ruimte, voorkomt verlies aan goederen in het magazijn, permanente registratie van bewegingen en maximale eenvoud en gemak bij het uitnemen van de opgeslagen bakken. Verlies van goederen in het magazijn wordt voorkomen, aangezien het door machines wordt aangestuurd in plaats van mensen, waardoor de kans op fouten kleiner wordt (Logistiek, 2008).

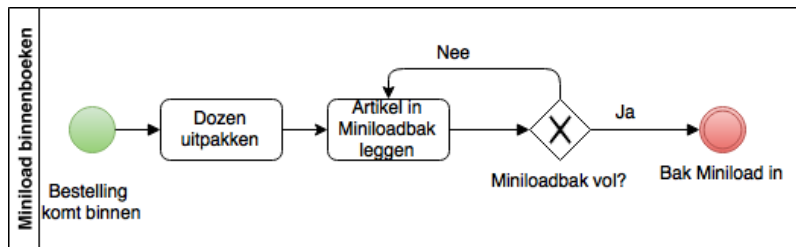
Een van de grootste nadelen van Miniload voor VDL ETG Almelo ten opzichte van een handgestuurd magazijn is de continue flow die niet onderbroken kan worden. Als producten met spoed, door bijvoorbeeld een pickfout, nodig zijn, kunnen deze producten niet gepickt worden, aangezien de grote flow niet onderbroken kan worden. Het kan dus zijn dat een productieproces stil komt te staan op een bepaald product en dat dit product niet uit Miniload gepickt kan worden.

5.2 – Inslag en uitslag van producten in Miniload

In 5.1 is een Miniload systeem beschreven, echter bestaan verschillende soorten Miniload systemen. In de afgelopen jaren is reeds onderzoek gedaan naar de implementatie van een geautomatiseerd magazijn binnen VDL ETG Almelo. Verschillende onderzoeken hebben uitgewezen dat Miniload als meest passend wordt geacht in de opslagomgeving van VDL ETG Almelo.

VDL ETG Almelo is in het verleden met verschillende leveranciers in gesprek geweest. Uit deze gesprekken zijn diverse tekeningen naar voren gekomen. Hier worden alleen de gevorderde plannen met Jungheinrich besproken. Jungheinrich is een leverancier van interne logistiek, dus van rollenbanen tot geautomatiseerde magazijnsystemen. De manier van inslag die blijkt uit het concept van Jungheinrich komt hieronder in het verslag terug. Het ontwerp van Jungheinrich is toegevoegd in Bijlage B.

Wanneer een bestelling binnen komt, is het de bedoeling dat de producten in een Miniloadbak gelegd worden. Deze bak wordt net zolang gevuld totdat de bak vol is, ongeacht of de producten al in Miniload aanwezig zijn. Wanneer de



Figuur 5.2: Inslag proces Miniload

bak vol is, gaat deze Miniload in. Doordat producten bij in de Miniloadbakken gelegd worden, ongeacht of deze producten al in Miniload liggen, moeten meer locaties in het systeem gereserveerd worden dan in de huidige situatie aanwezig zijn. Het inslagproces is ter visualisatie weergegeven in Figuur 5.2.

In dit systeem kunnen projectmatige en anonieme producten bij elkaar opgeslagen worden. De aansturing hiervan moet door het WMS geregeld worden. Wanneer een product projectmatig opgeslagen moet worden, wordt bij het pickproces de precieze locatie aangegeven. Wanneer een anoniem gestuurd product gepickt moet worden, wordt alleen het artikelnummer ingegeven, waardoor FIFO gepickt kan worden. Dit wordt verder toegelicht in 5.4.4 – FIFO.

Daarnaast zijn de verschillende ontwerpen van Vanderlande toegevoegd in de Bijlage C – Vanderlande. Het principe dat door Vanderlande gehanteerd wordt, een shuttle systeem, komt niet verder terug in het rapport. Vandaar dat het ontwerp van Jungheinrich voornamelijk uitgelegd is.

5.3 – Voorwaarden Miniload

Voordat Miniload geïmplementeerd wordt, moet het systeem aan verschillende eisen voldoen. Deze eisen zijn vanuit VDL ETG Almelo gesteld om de investering in Miniload daadwerkelijk rendabel te maken.

Deze voorwaarden zijn:

1. *Efficiëntie*. In de gewenste situatie ziet VDL ETG Almelo graag dat 30% minder mensen in het magazijn werken. Dit bespaart arbeidskosten. Daarnaast moet de verhouding tussen het aantal gewerkte uren en het aantal handelingen efficiënter. Ook dit moet met 30% verbeteren.
2. *Snelheid*. VDL ETG Almelo ziet graag dat alle bestellingen van een dag in één etmaal binnen geboekt zijn. Daarnaast moet de operator niet op Miniload wachten, maar moeten voldoende bakken op de operator liggen te wachten, zodat de operator altijd kan doorwerken.
3. *Foutreductie*. Waar mensen werken, bestaat een kans op fouten. In de gewenste situatie is de kans op fouten zo klein mogelijk. Dit is niet verder SMART gedefinieerd.
4. *FIFO*. Dit staat voor First In First Out. In de huidige situatie worden producten bij in de locatie gelegd als deze binnen gekomen zijn. Dat wil zeggen dat er momenteel geen FIFO gehanteerd wordt. Echter wil VDL ETG Almelo graag FIFO picken, in verband met de houdbaarheid van bepaalde bewerkingen of garantie op producten. Daarom is het gewenst dat in de nieuwe situatie het oudste product eerst gepickt wordt.
5. *Kosten van Miniload*. De grootste kosten van Miniload worden gemaakt door de grootte van het systeem. Doordat VDL ETG Almelo vanaf 2012 al verschillende onderzoeken gedaan heeft naar Miniload, bestaan er al verschillende tekeningen waarop de beoogde grootte van het systeem berekend is. Echter hebben zich verschillende veranderingen binnen VDL ETG Almelo voor gedaan, die mogelijk invloed kunnen hebben op de grootte van het systeem. Vanuit VDL ETG Almelo is dus de voorwaarde gesteld dat het systeem ongeveer even duur en groot moet zijn als de toentertijd berekende grootte of een andere invulling aan de inrichting van het magazijn. Echter mogen de kosten niet toenemen.

5.4 – Implementatie voorwaarden Miniload

5.4.1 – Efficiëntie

In 5.3 – Voorwaarden Miniload wordt als eerste voorwaarde het verhogen van de efficiëntie genoemd. Efficiëntie wordt gedefinieerd het aantal handelingen per operator in verhouding met het aantal gewerkte uren. De efficiëntie moet omhoog, dus de verhouding moet omhoog. Daarnaast ziet VDL ETG Almelo graag dat 30% minder mensen in het magazijn werken. Dat houdt dus in dat het budget voor het magazijnpersoneel omlaag gaat. Dit moet uiteindelijk resulteren in een kostenbesparing. De urenafname van het urenbudget is weergegeven in Tabel 5.1.

Huidige situatie			Gewenste situatie (30% minder mensen)		
Weeknummer	Budget 605 (uren)	Budget 606 (uren)	Weeknummer	Budget 605 (uren)	Budget 606 (uren)
11	95,03	97,60	11	66,52	68,32
12	76,25	224,15	12	53,37	156,90
13	9,18	158,30	13	6,43	110,81
14	61,58	158,38	14	43,11	110,87
15	40,07	48,42	15	28,05	33,89
16	156,43	251,60	16	109,50	176,12
17	86,17	107,28	17	60,32	75,10
18	11,47	24,15	18	8,03	16,91
19	115,25	94,93	19	80,67	66,45
20	118,17	41,05	20	82,72	28,74
21	31,50	73,87	21	22,05	51,71
Average	67,78	119,24	Average	47,45	83,47

Tabel 5.1: Budget aantal werkuren

Er van uitgaande dat de vraag voor VDL ETG Almelo toeneemt, moeten dezelfde of meerdere handelingen verricht worden met minder aantal werknemers. Er kan vanuit gegaan worden dat de vraag en dus het aantal producten toeneemt, aangezien de vraag vanuit ASML toeneemt en er een nieuwe machine gemaakt gaat worden door VDL ETG Almelo.

Om te bepalen hoeveel handelingen dezelfde werknemers moeten doen wanneer het aantal uren afneemt, moet de huidige efficiëntie bepaald worden. Zoals vermeld is, wordt de efficiëntie gedefinieerd als het aantal handelingen per operator per uur. Deze handelingen kunnen worden opgesplitst in drie verschillende soorten, namelijk inslag, voorraadoverboeking en uitslag. Dit is per week in Tabel 5.2 weergegeven.

Weeknummer	Inslag	Overboeking	Uitslag	Totaal	Uren	Activiteit per uur
1	127	275	822	1224	57,13	21,42
2	182	239	1393	1814	75,02	24,18
3	294	499	424	1217	82,35	14,78
4	317	233	1025	1575	52,57	29,96
5	333	234	829	1396	76,77	18,18
6	347	217	793	1357	62,2	21,82
7	403	50	1173	1626	47,38	34,32
8	524	145	1050	1719	86,47	19,88
9	634	256	762	1652	125,42	13,17
10	688	233	1356	2277	124,38	18,31
11	639	103	1510	2252	90,33	24,93
12	883	220	1690	2793	123,88	22,55
13	495	164	1043	1702	74,52	22,84
14	592	103	2179	2874	72,4	39,70
15	548	406	2336	3290	93,22	35,29
Gemiddelde	467,07	225,13	1225,67	1917,87	82,94	24,09

Weeknummer	Percentage picks	Picks/uur	Percentage inslag	Inslag/uur	Percentage overboeking	Overboeking per uur
1	67,16%	14,39	10,38%	2,22	22,47%	4,81
2	76,79%	18,57	10,03%	2,43	13,18%	3,19
3	34,84%	5,15	24,16%	3,57	41,00%	6,06
4	65,08%	19,50	20,13%	6,03	14,79%	4,43
5	59,38%	10,80	23,85%	4,34	16,76%	3,05
6	58,44%	12,75	25,57%	5,58	15,99%	3,49
7	72,14%	24,76	24,78%	8,51	3,08%	1,06
8	61,08%	12,14	30,48%	6,06	8,44%	1,68
9	46,13%	6,08	38,38%	5,06	15,50%	2,04
10	59,55%	10,90	30,22%	5,53	10,23%	1,87
11	67,05%	16,72	28,37%	7,07	4,57%	1,14
12	60,51%	13,64	31,61%	7,13	7,88%	1,78
13	61,28%	14,00	29,08%	6,64	9,64%	2,20
14	75,82%	30,10	20,60%	8,18	3,58%	1,42
15	71,00%	25,06	16,66%	5,88	12,34%	4,36
Gemiddelde	62,42%	15,64	24,29%	5,61	13,30%	2,86

Tabel 5.2: Verschillende handelingen magazijn 605

De gegevens in Tabel 5.2 zijn van week 1 tot en met 15 van het jaar 2016. Hier is te zien dat gemiddeld 1917,87 handelingen per week gedaan worden. Hier wordt gemiddeld 82,94 uur voor gewerkt door alle operators in magazijn 605. Dat wil zeggen dat gemiddeld 24 handelingen per uur worden gedaan. Hiervan is gemiddeld 62,42% een pickhandeling, 24,29% een inslag handeling en 13,30% een voorraadoverboeking. Hieruit blijkt dat de pickbeweging in magazijn 605 een groot deel van de handeling betreft. Echter zijn deze gegevens relatief, aangezien de uren die geregistreerd zijn, de aanwezige uren zijn. Dit wil zeggen dat de uren niet per activiteit gemeten worden. Het kan dus zo zijn dat operators relatief gezien langer doen over inslag dan over uitslag of een uur in vergadering zitten. Dit wordt niet gemeten in de huidige situatie. Er kan dus niet precies gezegd worden hoe lang operators over één soort handeling doen.

Zoals beschreven staat in 5.3, ziet VDL ETG Almelo graag dat 30% minder uren ingezet wordt. Dat wil dus zeggen dat bovenstaande handelingen met 30% minder aantal uren gedaan moet worden. Om te berekenen hoeveel handelingen per uur per operator dan verricht moet worden, is onderstaande berekening gedaan. Bij deze berekening is tevens uitgegaan van een groei van het aantal handelingen. Deze groei betreft 30%.

Magazijn 605	Nu	Incl. groei
Aantal handelingen	1917,87	2493,231
Aantal uren	82,94	58,058
Handelingen/uur	23,12358	42,94379758

Tabel 5.3: Groei aantal handelingen per uur magazijn 605

Uit Tabel 5.3 blijkt dat de toename in het aantal handelingen per uur $((42,94 - 23,12)/23,12) \cdot 100 = 78,26\%$ is. Dit is een grote toename, ten opzichte hoe het proces nu ingericht is. Momenteel wordt het proces handmatig aangestuurd en zal deze efficiëntie niet behaald kunnen worden. Hiervoor dient een eventuele automatisering. Aangezien in magazijn 605 de handelingen handmatig gebeuren, is er ook een analyse van magazijn 606 gedaan. In deze handelingen zijn ook de handelingen van de verticale lift modules meegerekend. Om te kijken of deze vorm van automatisering zorgt voor het effectiever handelen van een operator, is dezelfde analyse hieronder nogmaals gemaakt, alleen dan voor magazijn 606.

Weeknummer	Inslag	Overboeking	Uitslag	Totaal	Uren	Activiteit/uur
1	577	101	2772	3450	124,25	27,77
2	1060	135	2778	3973	116,75	34,03
3	713	140	3922	4775	124,17	38,46
4	733	174	2998	3905	109,13	35,78
5	747	87	3459	4293	119,65	35,88
6	614	91	3361	4066	128,42	31,66
7	596	74	3185	3855	99,05	38,92
8	512	98	2168	2778	101,98	27,24
9	591	84	2910	3585	101,87	35,19
10	552	88	3412	4052	115,43	35,10
11	852	89	3151	4092	102,73	39,83
12	852	89	3151	4092	117,3	34,88
13	703	99	2516	3318	90,27	36,76
14	655	73	3232	3960	111,92	35,38
15	733	81	3168	3982	111,23	35,80
Gemiddelde	699,33	100,20	3078,87	3878,40	111,61	34,85

Weeknummer	% picks	picks/uur	% inslag	inslag/uur	% overboeking	overboeking/uur
1	80,35%	22,31	16,72%	4,64	2,93%	0,81
2	69,92%	23,79	26,68%	9,08	3,40%	1,16
3	82,14%	31,59	14,93%	5,74	2,93%	1,13
4	76,77%	27,47	18,77%	6,72	4,46%	1,59
5	80,57%	28,91	17,40%	6,24	2,03%	0,73
6	82,66%	26,17	15,10%	4,78	2,24%	0,71
7	82,62%	32,16	15,46%	6,02	1,92%	0,75
8	78,04%	21,26	18,43%	5,02	3,53%	0,96
9	81,17%	28,57	16,49%	5,80	2,34%	0,82
10	84,21%	29,56	13,62%	4,78	2,17%	0,76
11	77,00%	30,67	20,82%	8,29	2,17%	0,87
12	77,00%	26,86	20,82%	7,26	2,17%	0,76
13	75,83%	27,87	21,19%	7,79	2,98%	1,10
14	81,62%	28,88	16,54%	5,85	1,84%	0,65
15	79,56%	28,48	18,41%	6,59	2,03%	0,73
Gemiddelde	79,30%	27,64	18,09%	6,31	2,61%	0,90

Tabel 5.4: Verschillende handelingen magazijn 606

Uit Tabel 5.4 blijkt dat het aantal picks per uur gemiddeld 27,64 bedraagt. Dit betekent dat in magazijn 606 12 picks per uur meer wordt gedaan dan in magazijn 605. Uit bovenstaande tabel blijkt dat van alle handelingen in magazijn 606 gemiddeld 79,30% een pickhandeling is, 18,09% een inslaghandeling en 2,61% een voorraadoverboeking. Wanneer het aantal operators met 30% daalt en het aantal handelingen met 30% groeit, zal het systeem moeten kunnen voldoen aan de berekening die is weergegeven in Tabel 5.5.

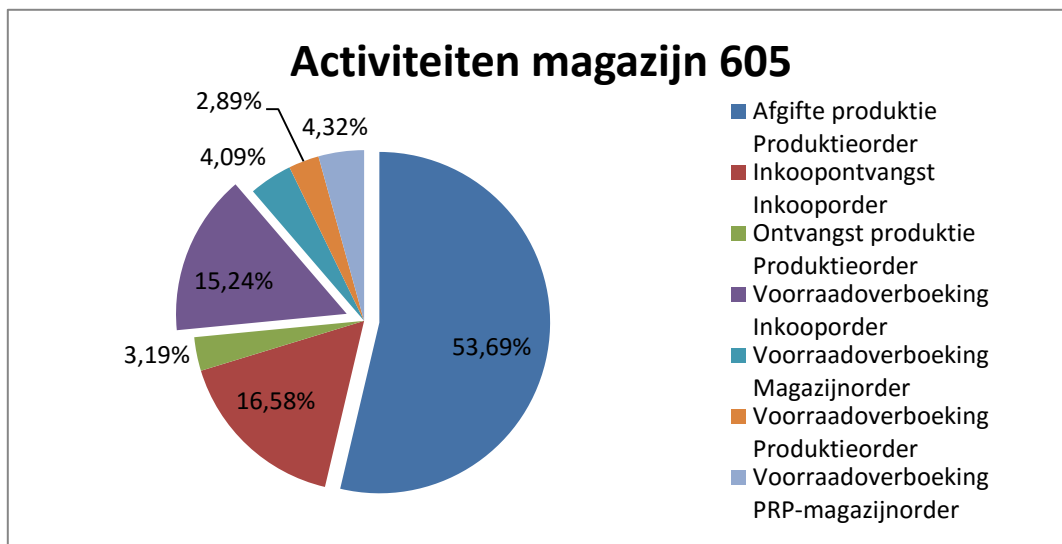
Magazijn 606	Nu	Groei
Aantal handelingen	3878,4	5041,92
Aantal uren	111,61	78,127
Handelingen/uur	34,74957	64,53492

Tabel 5.5: Toename aantal handelingen per uur magazijn 606

Uit bovenstaande berekening blijkt dat in de gewenste situatie het aantal handelingen per uur van 34,75 naar 64,53 moet stijgen. Dit is een toename van $((64,53 - 34,75)/34,75) \cdot 100 = 85,97\%$. De toename per magazijn verschilt. In magazijn 605 moet het aantal pickbewegingen met 78% stijgen en in 606 moet het aantal pickhandelingen met circa 85,97% stijgen. Echter blijkt uit deze analyse dat in de huidige situatie in magazijn 606 meer handelingen per uur gedaan kunnen worden. Dit komt waarschijnlijk doordat in magazijn 606 de VLM's meegenomen zijn. Doordat de goederen naar de operator toekomen, kan meer gepickt worden. Daarnaast kan het mogelijk verklaart worden door het aantal voorraadoverboekingen dat gedaan wordt. In magazijn 606 worden minder voorraadoverboekingen gedaan, omdat dit magazijn grotendeels anoniem aangestuurd wordt, waardoor minder producten van project naar project overgeboekt moeten worden. Hierdoor kan de prioriteit meer liggen bij de in- en uitslag van producten.

De efficiëntie kan deels toenemen door het aantal handelingen dat afneemt wanneer geautomatiseerd gaat worden. In de huidige situatie vinden verschillende soorten voorraadoverboekingen plaats. Onder voorraadoverboeking maakt VDL ETG Almelo onderscheid tussen inkooporder, magazijnorder, productieorder en PRP-magazijnorder. Wanneer een product wordt binnengeboekt bij de goederenontvangst, krijgt het product een tijdelijke ontvangstlocatie toegewezen. Inkooporder is de voorraadoverboeking van de ontvangstlocatie naar de vaste magazijnlocatie. De magazijnorder is het overboeken van magazijnlocatie naar een andere magazijnlocatie. Deze situatie kan zich voordoen wanneer ruimtegebrek is en onderdelen tijdelijk naar een andere magazijnlocatie overgeboekt worden. De productieorder is de voorraadoverboeking die plaats vindt wanneer onderdelen vanuit onderdelenfabricage (OF) of plaat komen en in magazijn 605 worden overgeboekt. Ten slotte is er nog de PRP-magazijnorder. Dit is een voorraadoverboeking van project naar anoniem (ITM) of andersom. Wanneer producten van een bepaald project overblijven, worden deze producten overgeboekt van het desbetreffende project naar anonieme voorraad.

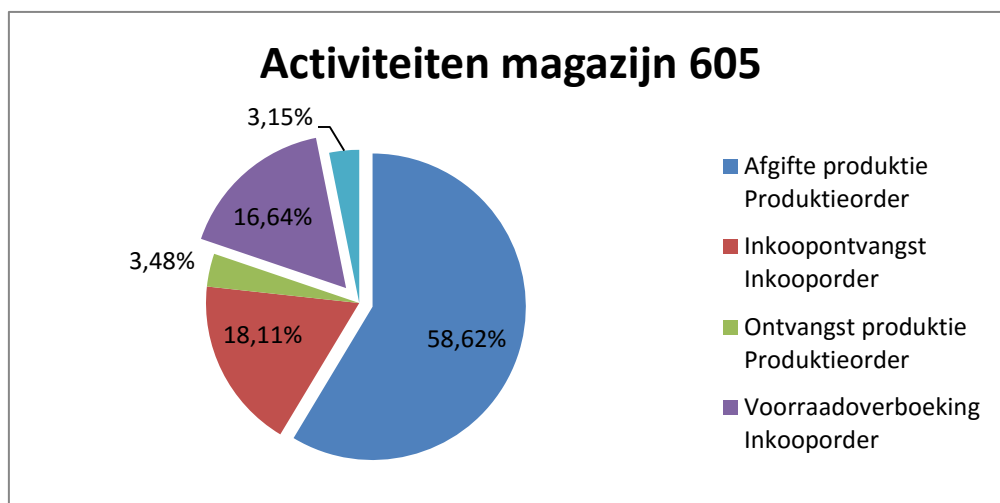
In grafiek 5.1 is een overzicht weergegeven van de activiteiten in magazijn 605 voor de weken 1 tot en met 22 van het jaar 2016. Deze voorraadoverboekingen zijn hier per categorie weergegeven.



Grafiek 5.1: Activiteiten magazijn 605 (huidige situatie)

In totaal hebben, in week 1 tot en met 22, 550744 handelingen plaats gevonden. Hier is te zien dat 53,69% van de handelingen bestemd is voor de afgifte productieorder. Dit betekent dat 53,69% van alle handelingen een pickbeweging is. Wanneer Miniload geïmplementeerd gaat worden, vallen bepaalde voorraadoverboekingen weg. Deze handelingen hoeven dan veelal alleen maar digitaal gemaakt te worden. Eén hiervan is voorraadoverboeking PRP-magazijnorder. In de huidige situatie wordt een product fysiek verplaatst van de ene locatie naar de andere locatie wanneer het van project naar ITM wordt geboekt. In de nieuwe situatie is dit niet nodig, aangezien de locatie van een product niet fysiek, maar digitaal aangepast kan worden. Hierdoor hoeft deze handeling niet fysiek gemaakt te worden en vervalt dus deze handeling.

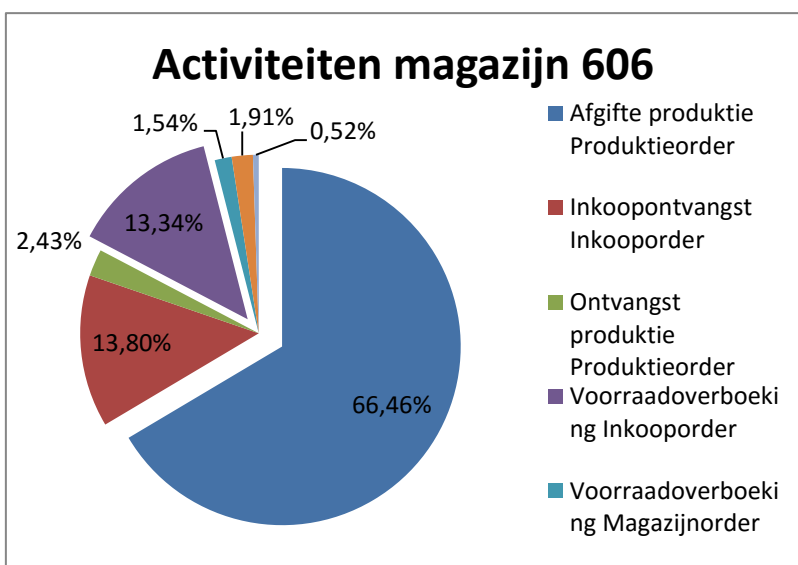
Daarnaast vervalt ook de handeling van magazijnorder. Dit is de fysieke handeling waarbij producten van locatie verplaatst worden, omdat er bijvoorbeeld ruimtegebrek is. Dit komt in de nieuwe situatie niet voor, aangezien de locaties van producten niet speciaal per project ingedeeld worden, maar random. Doordat deze twee handelingen wegvallen, veranderen de verhoudingen van handelingen in het magazijn daarmee ook. Dit is te zien in Grafiek 5.2.



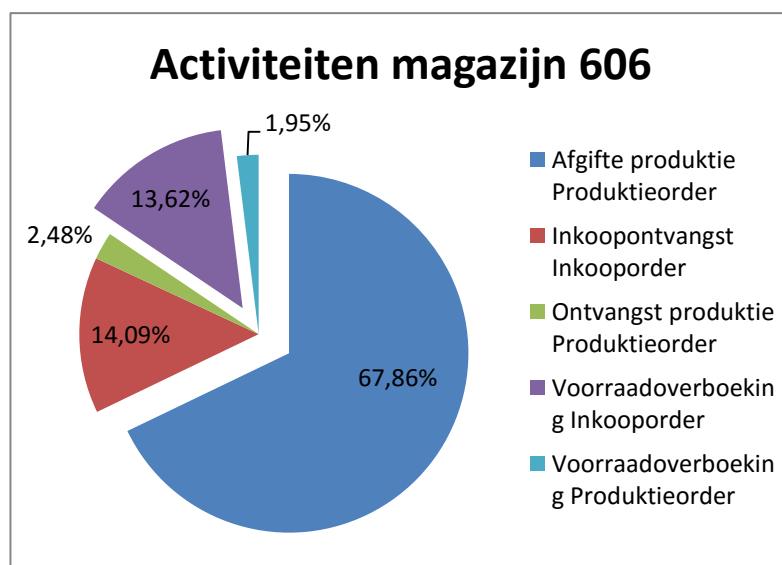
Grafiek 5.2: Activiteiten magazijn 605 (nieuwe situatie)

Uit Grafiek 5.2 blijkt dat de verhouding tussen afgifte aan productie in verhouding van het totaal aantal handelingen gegroeid is. Daarnaast is ook de verhouding van de inkooporder veranderd. Inkooporder wordt ook wel inslag genoemd. De verhouding van inslag en uitslag ten opzichte van het totaal aantal handelingen veranderd. Zoals te zien is in de grafieken, is in de huidige situatie 53,69% uitslag en 16,58% inslag. In de nieuwe situatie is 58,62% uitslag en 18,11% inslag. Dit is een toename van 4,95% voor uitslag en 1,40% voor inslag.

Deze analyse is ook gedaan voor magazijn 606. Ook voor magazijn 606 is eerst naar de huidige situatie en de huidige activiteiten in het magazijn gekeken en vervolgens een nieuwe analyse gemaakt aan de hand van het weglaten van de handelingen die niet meer verricht hoeven te worden in de nieuwe situatie. Deze huidige situatie is weergegeven in Grafiek 5.4 en de nieuwe situatie in Grafiek 5.3.



Grafiek 5.4: Activiteiten magazijn 606 (huidige situatie)



Grafiek 5.3: Activiteiten magazijn 606 (nieuwe situatie)

Uit bovenstaande grafieken blijkt dat de toename van de verhouding tussen inslag en uitslag van het totaal minder is toegenomen dan in magazijn 605. De verklaring hiervoor is toe te wijden aan de indeling van het magazijn. Aangezien een groot deel van magazijn 606 anoniem aangestuurd wordt, is het aantal voorraadoverboeking minder. Bij anonieme voorraad komen PRP-magazijnorders bijvoorbeeld niet voor, aangezien alles anoniem aangestuurd wordt en dus niet van een project naar een ander project geboekt kan worden. Echter bestaat niet het gehele magazijn uit anonieme voorraad. Een deel van het magazijn wordt ook projectmatig aangestuurd. Dat wil dus zeggen dat voor deze projecten in magazijn 606 PRP-magazijnorders bestaan. Dit is relatief een klein deel, waardoor de verhouding tussen inslag, uitslag van het totaal minder toeneemt dan het doet voor magazijn 605.

5.4.2 - Snelheid

Uit bovenstaande redeneringen blijkt dat wanneer de huidige voorraadoverboeken verminderen, het percentage inslag en uitslag zal toenemen, voornamelijk voor magazijn 605. Dat betekent dat het inslag en pick proces belangrijker wordt en dus goed ingericht zal moeten worden om groeiende efficiëntie te kunnen waarborgen.

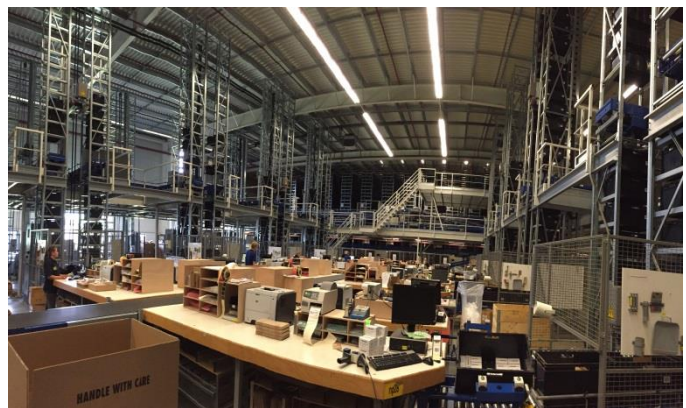
Om deze efficiëntie te waarborgen, is een andere criterium aan de implementatie gesteld, namelijk snelheid. Dat wil zeggen dat de operator niet hoeft te wachten op Miniload. Bij een bedrijfsbezoek aan het distributiecentrum van de TKH groep, blijkt dat bij een goede inrichting van het in-en uitslag proces, de operator niet hoeft te wachten op Miniload.

In Figuur 5.3 is te zien, dat bij inslag veel verschillende soorten bakken op de operator liggen te wachten. De bakken in Miniload hebben allemaal dezelfde afmeting. Door een variatie aan producten, kunnen de bakken in één, twee of vier vakken worden opgedeeld. Bij inslag bepaald de operator zelf in welke bakindeling hij het product legt. Wanneer de operator ziet welk product hij moet inslaan, geeft hij in het systeem aan welke bak hij naar voren wil hebben. Deze bak komt vervolgens naar voren, de operator legt de producten erin, zegt dat de bak vol is en de bak gaat via een rollenbaan Miniload in.



Figuur 5.3: Inslag TKH

Daarnaast is het pickproces bij TKH ook efficiënt ingedeeld, waardoor de operator geen wachttijd van Miniload ervaart. In Figuur 5.4 is de uitslag werkplaats te zien. Hier is te zien dat er verticale modules staan waarbij de bakken op de operator liggen te wachten. Hierdoor hoeft de operator niet op Miniload te wachten, waardoor de snelheid van Miniload relatief gezien niet van grote invloed is op de snelheid van de operator.



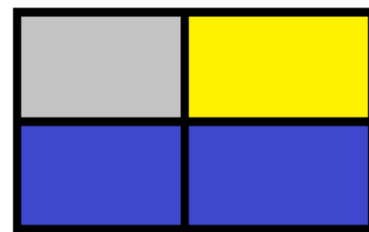
Figuur 5.4: Uitslag TKH

5.4.3 – Foutreductie

Waar mensen werken, kunnen fouten gemaakt worden. In de huidige situatie wordt nauwelijks bijgehouden welke fouten gemaakt worden. Onder een fout wordt verstaan dat een operator een pickfout maakt, dit kan een verkeerd product of de verkeerde hoeveelheid zijn. Dit product gaat vervolgens naar het productieproces. Om deze fout te corrigeren, moet voorraadcorrectie plaatsvinden. In de huidige situatie wordt voorraadcorrectie niet duidelijk geregistreerd, waardoor analyse van de huidige aantal fouten niet mogelijk was in de tien weken waarin dit onderzoek uitgevoerd is.

Echter kan vanuit de theorie en praktijk iets over foutreductie gezegd worden. Het aantal pickfouten kan gereduceerd worden door pick-to-light en put-to-light toe te passen. Dit is een toepassing waarbij het vak waarin de te picken producten liggen, wordt beschenen door een lamp. Het vak waar de producten heen moeten, wordt ook beschenen. Hierdoor is het duidelijk uit welk vak de producten moeten komen en waar ze heen moeten. Doordat het systeem elektrisch is en men niet van het papier moet aflezen wat de operator moet picken, kan de operator geconcentreerder blijven werken en wordt de kans op fouten gereduceerd (Althoff, 2016).

In Figuur 5.5 is het systeem te zien dat bij TKH gehanteerd wordt. In dit figuur is een bak van 60 x 40 cm te zien, die verdeeld is in vier vakken. Bij inslag krijgt de operator dezelfde afbeelding als in Figuur 5.5 is te zien. De blauwe vakken geven de vakken aan waar al producten in liggen. Het grijze vak is het lege vak en het gele vak is het vak waar de operator de producten in moeten leggen. Bij uitslag blijft de betekenis van de blauwe en grijze vakken hetzelfde, alleen wordt het gele vak het vak waaruit de producten gepickt moeten worden.



Figuur 5.5: Pick-and put to light

Door pick and put to light bij in-en uitslag toe te passen, is de kans dat foutreductie ontstaat groot. Echter kan dit niet gekwantificeerd worden, doordat deze data in de huidige situatie niet goed bijgehouden wordt.

5.4.4 – FIFO

FIFO houdt in dat de producten die als eerste zijn binnen gekomen, als eerste gepickt worden. Hierdoor kan kwaliteit en garantie gewaarborgd blijven. In het huidige, handmatig gestuurde systeem, wordt weinig gewerkt met FIFO. Wanneer een bestelling binnenkomt, wordt de bestaande locatie opgezocht en de binnengekomen producten bij in de locatie gelegd, ongeacht er al andere producten in de locatie aanwezig zijn. De nieuwe producten worden bovenop gelegd en bij het picken van een order, worden deze producten als eerste gepickt. Wanneer de producten onderuit de bak gepickt worden, bestaat de kans dat garantie verlopen is of een bepaalde oppervlakte bewerking opnieuw gedaan dient te worden. Dit wordt in de gewenste situatie voorkomen door FIFO toe te passen. In Miniload is het toepassen van FIFO mogelijk. Dit is mogelijk door het inrichten van het WMS op de juiste manier. Wanneer een bestelling binnenkomt, worden alle onderdelen van de bestelling in een Miniloadbak gelegd, ongeacht deze onderdelen reeds in het systeem aanwezig zijn, totdat de Miniloadbak vol is. De bak gaat Miniload in en wordt opgeroepen zodra deze producten in een order nodig zijn.

De inslag van producten gaat ongeacht de manier van opslaan, anoniem of projectmatig, op dezelfde manier. Echter kan voor het picken van verschillende onderdelen twee verschillende wijze gehanteerd worden. Wanneer een product voor een project gepickt moet worden, wordt de orderregel gescand en vervolgens wordt de kraan naar een specifieke locatie in Miniload gestuurd. Bij de projectmatige producten kan FIFO tot op een zekere hoogte toegepast worden, aangezien de meeste producten in één zending binnenkomen en dus één locatie in Miniload hebben.

Echter kan zich ook de situatie voordoen dat producten anoniem aangestuurd worden. Hier kan FIFO toegepast worden. Wanneer dat specifieke product op de picklijst staat, wordt in het systeem gekeken welk product als eerste is binnengeboekt. De bak met het oudste product komt naar voren, zodat deze producten gepickt kunnen worden. Hierdoor kan FIFO gehanteerd worden. Echter betreft de aansturing van de magazijnen 635 tot en met 639 een andere methode. Dit wordt verder toegelicht in 6.3.2. Echter vormt dit geen belemmering om FIFO toe te passen op grijpvoorraad.

Resumerend betekent dit dat FIFO toegepast kan worden voor de huidige magazijnen 605, 606 en 635 tot en met 639 in Miniload.

5.4.5 – Kosten van Miniload

Zoals vermeld in 5.3 is de grootte van Miniload van belang voor VDL ETG Almelo. Sinds 2012 zijn er verschillende onderzoeken geweest naar een geautomatiseerd magazijn. Uit deze verschillende onderzoeken is gebleken dat Miniload als meest passend wordt geacht voor de opslagomgeving van VDL ETG Almelo. Met deze insteek zijn verschillende gesprekken gevoerd. Om deze gesprekken te kunnen voeren, zijn afmetingen van Miniload bepaald. VDL ETG Almelo wil graag dat Miniload niet groter wordt.

Echter hebben zich in de afgelopen jaren verschillende veranderingen in het magazijn voorgedaan. Zo zijn verschillende projecten bijgekomen en extra locaties gecreëerd. Om te onderzoeken of de huidige grootte van het magazijn in de toentertijd berekende grootte past, is er een vergelijking gemaakt tussen de berekeningen toen en de huidige aantal locaties.

Allereerst is er een algemene inschatting gemaakt voor het aantal locaties in de huidige magazijnen. De berekeningen die toentertijd zijn gemaakt, zijn vergeleken met de verkregen informatie gedurende dit onderzoek. Deze zijn weergegeven in Tabel 5.6.

Uit deze tabel blijkt dat het aantal legbordbakken in magazijn 605 is gestegen ten opzichte van 2013. Deze toename kan mogelijk invloed hebben op de grootte en het aantal bakken in Miniload.

Omschrijving	Locaties 2013	Locaties 2016
Kardex VLM's	3291	2282
Bakken legbord 606	908	972
Palletstellingen 606	349	1699
Grijpvoorraad	3928	4608
Bakken legbord 605	5394	10902
Palletstellingen 605	441	1237

Tabel 5.6: Aantal locaties

Echter dient nader onderzoek gedaan te worden of deze gegevens kloppen en welke impact deze verhoging op Miniload heeft.

Daarnaast is in het begin van de vorige onderzoeken, ook onderzoek gedaan naar het aantal locaties in Kardex en hoe deze zich vertalen in Miniload bakken. Het doel van dit onderzoek was om te onderzoeken of alle producten die momenteel in Kardex opgeslagen liggen in Miniload opgeslagen kunnen worden. Echter was dit onderzoek redelijk verouderd, aangezien VDL ETG Almelo in de afgelopen jaren verschillende veranderingen in het magazijn en de vraag heeft ondergaan. Dit kan mogelijk invloed hebben op het aantal producten in Kardex dat in Miniload opgeslagen gaat worden. In Figuur 5.6 is het aantal huidige bakken in Kardex te zien. In Kardex worden producten in bakken opgeslagen. Deze bakken hebben verschillende afmetingen. Hiermee moet rekening gehouden voor de Miniloadbakken. Hier is uitgegaan van drie verschillende afmetingen Miniloadbakken, namelijk 60x40 cm, 60x80 cm en 60x100 cm. Aan de hand van de huidige bakken in Kardex is besloten of deze producten in de Miniloadbakken opgeslagen kunnen worden. Hierbij is uitgegaan van het feit dat wanneer een product in de huidige situatie één locatie beslaat, zal dit product in Miniload drie locaties beslaan. Dit heeft te maken met de manier van inslaan, welke is uitgelegd in 5.2 – . Daarnaast is in dit figuur een groei van 33% meegenomen.

In Figuur 5.6 is te zien dat zich momenteel 2282 bakken in Kardex bevinden. Hiervan past volgens de afmetingen 2120 producten in een Miniloadbak, dat is 92,90%. Dat betekent dat 162 producten niet in Miniload opgeslagen kunnen worden, omdat ze te lang of breed zijn.

Baktype	Afmeting Kardex		Aantal	Afmetingen: 60*40cm			Afmetingen: 60*80cm			Afmetingen: 60*100cm		
	b	d		# locaties per bak (60x40)	# benodigde bakken per 12nc	gem. 3 locaties per 12nc	# locaties per bak (60x80)	# benodigde bakken per 12nc	gem. 3 locaties per 12nc	# locaties per bak (100*60)	# benodigde bakken per 12nc	gem. 3 locaties per 12nc
W	3050	864	2									
O	3050	288	6									
X	2033	576	1									
U	2033	432	8									
V	2033	288	4									
Q	1525	864	7									
P	1016	864	3									
Y	1016	576	1							1	1	3
M	1016	432	7							1	7	21
L	1016	288	73							2	37	110
K	508	864	50				1	50	150	1	50	150
G	500	314	278	1	278	834	2	139	417	4	70	209
F	500	153	34	2	17	51	4	9	26	8	4	13
C	355	277	487	2	244	731	4	122	365	6	81	244
G	314	500	428	1	428	1284	2	214	642	4	107	321
1/2F	250	153	635	4	159	476	8	79	238	16	40	119
D	177	555	112	2	56	168	4	28	84	5	22	67
B	177	277	122	4	31	92	8	15	46	10	12	37
F	153	500	24	2	12	36	4	6	18	8	3	9
		Totaal	2282	WF Systems					1986			1301
				Totaal (incl Projects)					3971			2602
				Incl groei					5282			3461

Figuur 5.6: Locaties Kardex huidige situatie

Zoals eerder is aangegeven wordt in Figuur 5.6 uitgegaan dat wanneer een product in de huidige situatie één locatie beslaat, in Miniload drie locaties zal beslaan. Echter is het niet goed onderbouwd waarom voor het getal drie gekozen is. Daarom is dit uitgezocht door een zogenoemde locatiefactor te bepalen. De locatiefactor wordt gedefinieerd als het aantal zendingen per product per magazijn. Zoals eerder uitgelegd is in 5.2 krijgt elke bestelling een nieuwe locatie in Miniload. Als dus bepaald is in hoeveel zendingen een product gemiddeld binnenkomt, kan bepaald worden welke locatiefactor een product heeft.

Aangezien de aansturing en dus gevulde parameters in Baan per magazijn verschillen, wordt de locatiefactor per magazijn bepaald. Allereerst is de locatiefactor van magazijn 605 bepaald.

Om de locatiefactor te bepalen moet dus het aantal zendingen van een product bepaald worden. De formule die hiervoor gehanteerd wordt:

$$\text{Locatiefactor} = \frac{\text{Actuele voorraad}}{\text{Aantal bestelgrootte}}$$

De actuele voorraad is een gegeven vanuit IQBs, die verkregen is binnen VDL ETG Almelo. Daarnaast is de bestelgrootte van verschillende parameters in Baan afhankelijk. Deze zijn de Optimale Seriegrootte (OSG), orderhoeveelheid veelvoud van, MoveRate (MR), Minimale Order Quantity (MOQ) of de omrekenfactor. Deze gegevens zijn per product gevuld in Baan. De omrekenfactor is gevuld wanneer één bestelling uit bijvoorbeeld 100 schroeven bestaat. De voorraad zal dan 500 zijn, maar het aantal zendingen 5. MR staat voor moverate, dit is de benodigde hoeveelheid per product per project. Dit is bepaald door te kijken naar de afgifte aan productie over de afgelopen twee jaar. Aangezien een organisatie ongeveer 100 weken per twee jaar in bedrijf is, is de afgifte aan productie gedeeld door 100. Hierdoor is de gemiddelde MR per week berekend.

Om de formule van de locatiefactor toe te passen, zullen de volgende voorwaarden gehanteerd worden:

Als OSG > MR & OSG > MOQ dan OSG; Als OSG < MR maar OSG < MOQ, dan max(MR, MOQ)
Als MR > OSG & MR > MOQ dan MR; Als MR < OSG maar MR < MOQ, dan max(OSG, MOQ)
Als MOQ > OSG & MOQ > MR dan MOQ; Als MOQ < OSG maar MOQ < MR, dan max(OSG, MR)

Wanneer de maximale waarde uit bovenstaande voorwaarden bepaald is, kan de formule van de locatiefactor toegepast worden. De locatiefactor is per product bepaald en vervolgens is het gemiddelde van al deze waarden berekend. Deze gemiddelde waarde representeert de locatiefactor. Uit deze methode blijkt dat de gemiddelde locatiefactor van magazijn 605 4,124 is. Echter kan de situatie zich voordoen waarin de gegevens in Baan niet goed gevuld zijn. Hierdoor lijkt het alsof een product heel veel zendingen op voorraad heeft liggen. Dit kan een grote invloed op de locatiefactor hebben. Hierdoor is besloten dat alle producten die, volgens deze berekening, meer dan 20 zendingen op voorraad hebben, worden afgerond naar 4. Er is gekozen om naar 4 af te ronden, aangezien de locatiefactor met uitschieters 4,1 is. Dit zal dus moeten betekenen dat de meeste zendingen dan meegenomen zijn.

Om te kijken of alle zendingen bij de 4 mee genomen zijn, is Tabel 5.7 gecreëerd. De verdeling van het aantal zendingen is weergegeven in Tabel 5.7. In deze tabel is te zien dat 89,51% van alle

Aantal zendingen	Hoe vaak komt het voor?	Met uitschieters	Zonder uitschieters
1	4211	0,6545	0,6546
2	985	0,8076	0,8077
3	280	0,8511	0,8512
4	283	0,8951	0,9246

Tabel 5.7: Aantal zendingen magazijn 605

zendingen gedekt is binnen 4 zendingen. Deze getallen zijn inclusief de hogere getallen. Zonder deze uitschieters is te zien dat 92,46% van alle zendingen mee genomen is wanneer gekeken wordt naar 4. De gehele tabel is te zien in Bijlage D – Bewijs berekeningen. Daar is te zien dat voor alle zendingen boven de 20 gekozen is, aangezien dan 97,1% van alle zendingen meegenomen zijn.

Dezelfde analyse is ook gedaan voor magazijn 606. Dit is te zien in Tabel 5.8. Hier is te zien dat met 4 zendingen 84% van alle gevallen gedekt is. Wanneer deze data opnieuw gekeken wordt, zonder de uitschieters, is te zien dat bij 4 zendingen 85,82% gedekt is.

Aantal zendingen	Hoe vaak komt het voor?	Met uitschieters	Zonder uitschieters
1	984	0,47126	0,47126
2	450	0,68678	0,68678
3	186	0,77586	0,77586
4	134	0,84004	0,85824

Tabel 5.8: Aantal zendingen magazijn 606

Ten slotte is ook voor grijpvoorraad de locatiefactor in kaart gebracht. In Tabel 5.9 is te zien dat 96,03% van alle gevallen gedekt is wanneer gekeken wordt naar 4 zendingen.

Aantal zendingen	Hoe vaak komt het voor?	Met uitschieters	Zonder uitschieters
1	3269	0,8170	0,8170
2	392	0,9150	0,9150
3	106	0,9415	0,9415
4	75	0,9603	0,9635

Tabel 5.9: Aantal zendingen magazijn 635 tot en met 639

Nu duidelijk is dat de meeste gevallen binnen de 4 zendingen binnenkomen en dus verantwoord is om alle uitschieters naar 4 af te ronden, kan de locatiefactor bepaald worden. Zoals eerder beschreven, geeft de locatiefactor het aantal zendingen weer. De locatiefactoren per magazijn zijn

Magazijn	Met uitschieters	Zonder uitschieters
605	4,124	2,059
606	3,845	2,491
635-39	1,587	1,486

Tabel 5.10: Locatiefactor per magazijn

locatiefactoren verschillen. Deze zullen worden afgerond naar boven voor de magazijnen 606 en 635, dus voor 606 is een locatiefactor van 3 en 635 tot en met 639 heeft een locatiefactor van 2. De locatiefactor van magazijn 605 wordt naar beneden afgerond naar 2.

Wanneer de huidige voorraad wordt vertaald naar Miniload met een locatiefactor erin, wordt het aantal legbordstellingen per magazijn omgerekend naar Miniloadbakken. In de huidige situatie maakt VDL ETG Almelo onderscheid tussen twee soorten legbordstellingen, namelijk klein en middel. De afmeting van kleine bakken is 15x50 cm en van de middel bakken is het 30x50 cm. Zoals eerder beschreven in dit hoofdstuk, heeft Jungheinrich gerekend met Miniloadbakken van 60x40 cm. Om te bepalen hoeveel Miniloadbakken nodig zijn, kunnen twee mogelijke benaderingen gekozen worden.

Allereerst wordt bekeken hoeveel bakken uit de huidige situatie in een Miniloadbak kan. Zoals eerder is beschreven, is de afmeting van een Miniloadbak 60x40 cm en van een kleine legbordstelling 15x50 cm, dus twee kleine legbordbakken kunnen in één Miniloadbak. Daarnaast kan één middelmatige bak in één Miniloadbak. In Tabel 5.11 zijn de aantal bakken in de huidige situatie keer de locatiefactor weergegeven.

Om ten slotte tot het aantal Miniloadbakken te bepalen is de volgende formule gebruikt: (aantal kleine legbordstellingen/2) + aantal middelmatige legbordbakken. Zoals te zien is in de tabel, zijn volgens deze benadering 18007 Miniloadbakken nodig.

Magazijn	Klein	Middel	Miniload
605	18788	3656	13050
606	1883	538	1480
635-39	6740	107	3477
Totaal	27411	4301	18007

Tabel 5.11: Aantal Miniloadbakken

Echter is op deze benadering iets aan te merken.

Hierbij is namelijk vanuit gegaan dat de producten die nu in kleine en grote bakken liggen, ook daadwerkelijk die afmeting nodig hebben. Echter doet zich de situatie voor dat producten mogelijk in kleinere bakken kunnen. De Miniloadbakken worden dan ook in één, twee, vier of acht vakken verdeeld. Hierdoor ontstaan de volgende afmetingen: 60x40 cm, 60x20 cm, 30x20 cm of 20x15 cm. Aangezien de afmetingen en gewichten van de producten niet worden gevuld in Baan, is het niet mogelijk om per product vast te stellen in welk formaat bak het product in Miniload kan liggen. In het eerste onderzoek, 3 jaar geleden, is een steekproef verricht, waarbij een verdeling van de producten in de verschillende afmetingen bakken is gemaakt. Hierbij is uitgegaan van de volgende verdeling:

Legbordstellingen 605 & 606: 85% in 15x20 cm, 8% in 30x20 cm, 4% in 60x20 cm en 3% in 60x40 cm.

Grijpvoorraad: 95% in 15x20 cm, 3% in 30x20 cm, 1% in 60x20 cm en 1% in 60x40 cm.

Kardex: Aan de hand van de bepaling van de afmeting van de bestaande bakken in Kardex

Met deze verdeling kwam toentertijd uit de berekeningen dat ongeveer 8900 Miniloadbakken nodig zouden zijn om het magazijn te verplaatsen naar Miniload. Echter was hier nog geen rekening gehouden met groei.

Deze verdeling is toegepast op de huidige aantal legbordlocaties. Daaruit volgt de volgende berekening:

Omschrijving	SKU's nu	Locaties nu	Locatiefactor miniload	Locaties in miniload	locaties 60x40	locaties 60x20	locaties 30x20	locaties 15x20
Kardex VLM's	2576	2282	3	6846	2187	996	1872	4290
Bakken legbord 606	1005	972	3	2916	87	117	233	2479
Palletstellingen 606								
Grijpvoorraad	4422	4608	2	9216	92	92	276	8755
Bakken legbord 605	6247	10902	2	21804	654	872	1744	18533
Palletstellingen 605					0	0	0	0
				Bakken miniload	3020	1039	1031	4257
				Totaal aantal bakken:	9347			

Figuur 5.7: Aantal Miniloadbakken

Als bovenstaande verdeling wordt toegepast op het huidige magazijn, is te lezen in Figuur 5.7 dat de benodigde Miniloadbakken 9374 zijn. Echter is hier uitgegaan van de verdeling van een gemaakte steekproef toentertijd. Hierbij is het niet duidelijk hoe deze steekproef is uitgevoerd. Daarom kan het in twijfel worden getrokken of deze berekening volledig betrouwbaar is.

	Aantal
60 x 40 cm	0,12
60 x 20 cm	0,11
30 x 20 cm	0,17
15 x 20 cm	0,61

Omschrijving	SKU's nu	Locaties nu	Locatiefactor miniload	Locaties in miniload	locaties 60x40	locaties 60x20	locaties 30x20	locaties 15x20
Kardex VLM's	2576	2282	3	6846	2187	996	1872	4290
Bakken legbord 606	1005	972	3	2916	87	117	233	2479
Palletstellingen 606								
Grijpvoorraad	4422	4608	2	9216	92	92	276	8755
Bakken legbord 605	6247	10902	2	21804	2616	2398	3707	13300
Palletstellingen 605								
				Bakken miniload	4982	1802	1522	3603
				Totaal aantal bakken:	11909			

		15x20 cm							
		0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5
20x30 cm	0,08	2534,625							
	0,13	2889,125							
	0,18	3025,375							
	0,23	3161,625							
	0,28	3297,875							
	0,33	3434							
	0,38	3570,5							
	0,43	3706,75							
Toename aantal bakken		2,74%	3,79%	4,84%	5,89%	6,94%	7,99%	9,04%	

46

Uit Tabel 5.13 blijkt dat wanneer de verhouding van 15x20 cm ten opzichte van de 20x30 cm bakken veranderd met 5%, er meer bakken nodig zijn. Uit de berekeningen van het verleden, is de verhouding 0,85 om 0,08 toegepast. Hierbij is uitgerekend dat 2535 bakken voor magazijn 605 nodig zijn. Wanneer deze verhouding veranderd naar bijvoorbeeld 0,7 om 0,23 groeit het aantal bakken met 4,84%.

Uit deze berekeningen en Figuur 5.8 kan geconcludeerd worden dat de verdeling van het aantal legbordbakken in magazijn 605 naar aantal Miniloadbakken een belangrijke factor is voor het benodigde aantal Miniloadbakken.

In de huidige berekeningen is geen gehouden met groei. Tot nu toe is alleen berekend hoeveel Miniloadbakken nodig zijn wanneer het huidige magazijn wordt verplaatst naar Miniload. Echter is eerder aangegeven dat de vraag voor VDL ETG Almelo waarschijnlijk gaat toenemen, waardoor het aantal producten in het magazijn ook toe zal nemen. Een bepaalde groeifactor is dus nog niet meegenomen. Toentertijd is berekend, via de laatste benadering, dat er 8900 Miniloadbakken nodig zijn. Echter staat in de ontvangen brochures van Jungheinrich dat het systeem 12960 Miniloadbakken bevat. Dat wil dus zeggen dat ergens 4060 bakken toegevoegd zijn. Echter is het niet bekend hoe deze toenemende factor is bepaald, waardoor de koppeling van de huidig berekende aantal bakken naar het aantal Miniloadbakken niet duidelijk is.

Aan de hand van deze twee berekeningen zijn twee aanbevelingen te doen. Allereerst dient een steekproef bedacht en uitgevoerd te worden om te bekijken hoe de verdeling van de bakken hoort. Aan de hand hiervan kan bekeken worden hoeveel Miniloadbakken nodig zijn. Daarnaast moet hier nog een bepaalde groeifactor in mee genomen worden. Dit kan bepaald worden door bijvoorbeeld met de huidige berekeningen in gesprek te gaan met een leverancier. Deze kan aangeven hoe rekening gehouden kan worden met groei.

Resumerend is de conclusie dat zoals het momenteel lijkt, de grootte van Miniload niet beïnvloed wordt door de veranderingen die de verschillende magazijnen de afgelopen jaren door hebben gestaan. Dit zal dus ook betekenen dat de kosten van de implementatie Miniload niet zullen veranderen ten opzichte van de voorgaande berekeningen.

5.5 – Conclusie

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de vraag: “Hoe ziet de gewenste situatie eruit?”. Miniload is een geautomatiseerd bakkensysteem, waarbij de producten naar de operator toe komen. Voordat Miniload geïmplementeerd gaat worden binnen VDL ETG Almelo, zijn er verschillende eisen waar het systeem aan moet voldoen. Deze vijf eisen zijn: efficiëntie, snelheid, foutreductie, FIFO en gelijkblijvende kosten.

Met efficiëntie is de bedoeling dat in 30% minder uren, 30% meer handelingen verricht worden. Dit is te realiseren, doordat verschillende handelingen, zoals voorraadoverboekingen, komen te vervallen. Daarnaast is aangetoond dat de efficiëntie in magazijn 606 hoger is doordat hier gebruik gemaakt wordt van VLM's.

Snelheid wordt gehaald door het efficiënt inrichten van het in-en uitslagproces. Hier is te zien dat een operator op één plek blijft staan en de bakken naar de operator toekomen. Bij de uitslag kan de werkplaats zo ingedeeld worden, dat het systeem op de operator moet wachten in plaats van andersom. Hierdoor wordt wachttijd voor de operator voorkomen en kan snelheid behaald worden, ongeacht de precieze snelheid van het systeem. Miniload kan snelheid behalen door het systeem goed in te richten. Dit betekent vanuit het midden picken en de producten die vaak gepickt dienen te worden, dicht bij het I/O punt leggen.

Foutreductie kan worden gerealiseerd door pick-and put to light toe te passen. Hierbij wordt het vak waarin de producten gelegd dienen te worden of het vak waaruit gepickt moet worden, geel gemarkeerd op de computer. Hierdoor kan de operator altijd zien welk product waar moet. De kans op fouten kan zo gereduceerd worden.

FIFO kan gehanteerd worden door de manier van in-en uitslag. Elke zending die binnenkomt krijgt een eigen locatie toegewezen, ongeacht het product al aanwezig is in Miniload. Hierdoor kan bij het picken het product met de oudste datum naar voren gehaald worden, waardoor FIFO gehanteerd kan worden. Echter wordt FIFO niet gehanteerd bij grijpvoorraad, aangezien deze aansturing dan zeer ingewikkeld wordt.

Ten slotte spelen de kosten een rol. De kosten van Miniload zullen gelijk blijven ten opzichte van de ooit berekende kosten, wanneer de grootte van Miniload ook ongeveer even groot is. Uit verschillende berekeningen is gebleken dat de producten in magazijn 605 en grijpvoorraad gemiddeld in twee keer binnen komen en de producten in magazijn 606 komen gemiddeld in drie keer binnen. Om dit om te zetten naar Miniloadbakken zijn twee benaderingen geanalyseerd. Hieruit blijkt dat nog geen rekening is gehouden met een beoogde groei en dat de omzetting van berekening naar aantal Miniloadbakken nog niet geheel duidelijk is. Hier dient meer onderzoek naar verricht te worden.

Hoofdstuk 6 – Implementatie Miniload

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de kennisvraag: “Hoe ziet de implementatie van Miniload binnen VDL ETG Almelo eruit?”. Allereerst zullen de aspecten die een rol spelen bij de implementatie in 6.1 kaart gebracht worden. Vervolgens wordt er in 6.2 bekeken hoe er aan alle eisen voldaan worden en ten slotte zal in 6.3 geanalyseerd worden welke KPI's veranderen na de implementatie van Miniload.

6.1 – Welke aspecten spelen een rol bij de implementatie?

In hoofdstuk 2 is de huidige situatie binnen VDL ETG Almelo omschreven. Hier is gekeken naar aspecten die in de huidige situatie van belang zijn voor de efficiëntie van het magazijn. Deze zijn de productdiversiteit, het aantal locaties, manier van aansturing, producten met magneten en beryllium, de invulling van Kardex en de onbekende capaciteit. Deze aspecten hebben invloed op het huidige magazijn en kunnen mogelijk ook van invloed zijn op Miniload.

Dit zijn aspecten die op het huidige magazijn invloed hebben, maar bij een geautomatiseerd systeem kunnen andere aspecten een rol spelen. Om automatisering in de praktijk te analyseren, ben ik samen met mijn begeleiders, op bedrijfsbezoek bij Eriks te Alkmaar geweest. Eriks levert werktuigbouwkundige componenten in alle industriële sectoren (Eriks, 2016). Het productenassortiment van Eriks is vergelijkbaar met die van VDL ETG Almelo. De onderdelen verschillen van grootte, volumes en gewicht. Bij Eriks zijn ze in 2003 begonnen met het ontwerpen van een nieuw magazijn. Hiervoor gingen ze, net als VDL ETG Almelo, een nieuw hal bouwen en waren ze dus niet beperkt door verschillende factoren. In 2005 zijn ze begonnen met het bouwen van een nieuwe hal en een nieuw geautomatiseerd magazijn. Hun magazijn bestaat uit ongeveer twintig verticale lift modules en palletstellingen. Deze verticale lift modules worden aangestuurd door een Warehouse Management System (WMS) die gekoppeld is aan hun ERP systeem. Vanuit het ERP systeem wordt bepaald of een product in de verticale lift module of in een palletstelling wordt opgeslagen. Via een rollenbaan wordt de bak naar de VLM vervoert.

Echter heeft Eriks enige hinder ondervonden tijdens en na de implementatie van het geautomatiseerde magazijn. Allereerst bleek het magazijn te klein voordat alle producten erin gingen. In de eerste berekeningen was berekend dat het magazijn 150 bij 120 meter moest zijn. Echter werd dit te duur en mocht het magazijn niet groter zijn 100 bij 100 meter. Achteraf bleek dit geen juiste beslissing, want vlak voordat Eriks besloot te verhuizen naar het nieuwe magazijn, bleek het al te klein. Hierdoor heeft Eriks in 2007 een deel erbij aan gebouwd. Hiervan kan VDL ETG Almelo dus leren dat van te voren de capaciteit en mogelijke groei goed doorberekend moet zijn, voordat ze overgaan tot bouwen van het magazijn.

Het nieuwe bijgebouwde gedeelte is extra hoog geworden, zodat vloeroppervlakte bespaart bleef. Dit nieuwe deel bestemd voor palletstellingen. Doordat dit nieuwe deel zo hoog is, dient rekening gehouden te worden met bepaalde eisen van gewichten. Dit betreft de maximale gewicht die een hefttruck kan dragen. Voor VDL ETG Almelo betekent dit, dat een zorgvuldige afweging gemaakt dient te worden tussen de hoogte van een stelling en het maximale gewicht dat een hefttruck kan dragen.

Daarnaast was bij de inrichting van het magazijn te weinig rekening gehouden met de inrichting van het gebouw. Hierdoor moesten bepaalde stellingen verplaatst of anders geplaatst worden, omdat anders een draagpaal in de weg stond. Daarnaast zijn sommige stellingen tegen een paal aan geplaatst waardoor de locaties niet te gebruiken zijn, aangezien een pick machine hier niet bij kan. Hieruit kan VDL ETG Almelo leren dat wanneer de grootte van Miniload bekend is, duidelijk met de architecten van de nieuwe hal moet overleggen over de inrichting van de nieuwe hal. Hierbij moet gedacht worden aan bepaalde palen en constructies die voor de stevigheid van het gebouw dienen.

Een ander aspect dat na de bouw aan bod kwam, was de plaatsing van sprinklers. Toen het magazijn er eenmaal stond, bleek dat het niet voldeed aan de voorwaarden van de brandweer. Als het magazijn een bepaalde hoogte heeft, moeten het sprinkler systeem door het magazijn heen lopen. Dit vanwege brandveiligheid. Als er brand uitbreekt en het sprinkler systeem alleen bovenaan hangt, bereikt het water de producten op de grond niet. In de huidige situatie bij VDL ETG Almelo heeft het geen sprinkler systeem en moeten de voorwaarden voor een sprinkler systeem goed met de brandweer worden kortgesloten. Voor VDL ETG Almelo is het dus handig om van te voren goed geïnformeerd te zijn over de voorwaarden die de brandweer aan een Miniload stelt.

Daarnaast heeft Eriks, net als VDL ETG Almelo, te maken met opslag van gevaarlijke goederen. Zij hebben hiervoor een speciaal vlak ingericht die herkenbaar is voor de brandweer. Daarnaast zijn deze producten zo opgeslagen dat het een bepaalde tijdsduur beslaat voordat de brand deze producten bereikt.

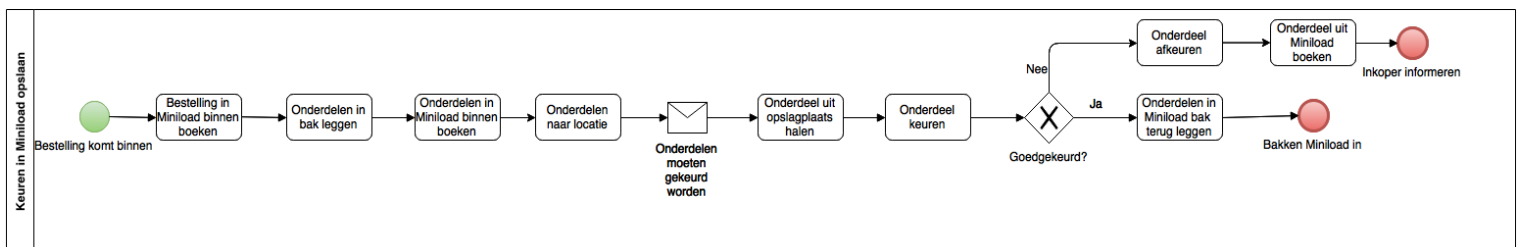
6.2 – Toekomstige magazijninrichting

In 2.3 zijn de verschillende opslaglocaties binnen VDL ETG Almelo beschreven. Hieruit is gebleken dat niet alle opgeslagen producten in Miniload kunnen. Daarom moeten andere opslagmethodes naast Miniload gebruikt worden. Hier zullen de verschillende opslagmethodes in de nieuwe situatie beschreven worden en hoe deze Miniload zullen ondersteunen.

6.2.1 – Kwaliteitscontrole

Producten die door de kwaliteitscontrole moeten, worden in de huidige situatie op een aparte locatie opgeslagen. Echter is uit de gesprekken met Jungheinrich gebleken dat deze producten eerst worden opgeslagen in Miniload en vervolgens wanneer ze nodig zijn, worden opgeroepen. Om te bekijken wat het meest efficiënte is, worden beide processen in kaart gebracht.

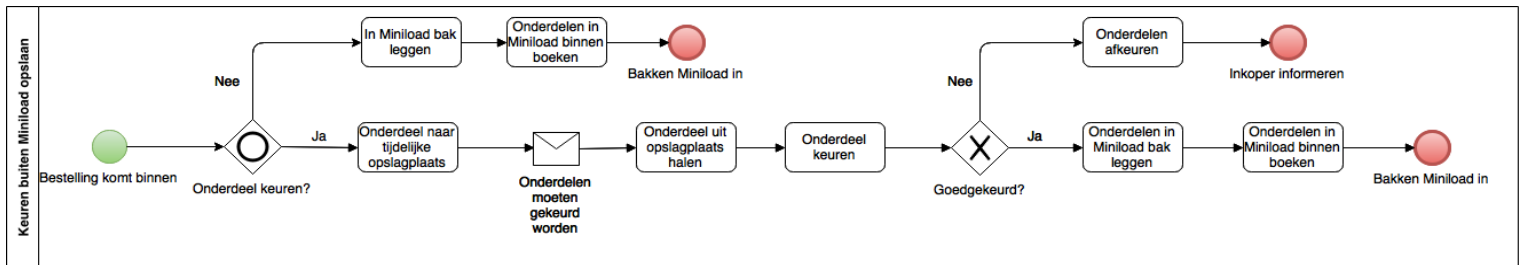
Uitgaande van het huidige ontwerp van Jungheinrich, waarin de te keuren onderdelen in Miniload liggen opgeslagen, zijn de processtappen als volgt:



Figuur 6.1: Goederen van kwaliteitscontrole in Miniload opslaan

Hier is te zien dat de producten als bestelling binnen komen. De gehele bestelling wordt in Miniload ingeslagen. Wanneer de operator tijd heeft om het product te keuren, wordt de locatie van het product opgeroepen en komt de bak waarin het product tijdelijk opgeslagen ligt, naar voren. De operator keurt het product. Wanneer het product afgekeurd wordt, moet het product uit het systeem geboekt worden en de inkopers worden hierover geïnformeerd. Wanneer het product goedgekeurd is, kan het product terug de bak en Miniload in.

Daarnaast is er ook de optie om de producten die gekeurd moeten worden, niet in Miniload op te slaan, maar op een andere plaats. Dan zijn de processtappen als volgt:



Figuur 6.2: Goederen van kwaliteitscontrole buiten Miniload opslaan

In Figuur 6.2 is te zien dat bij binnenkomst van een bestelling bekeken wordt of producten gekeurd moeten worden. Als dat niet het geval is, worden de producten in Miniload ingeslagen. Zodra producten gekeurd moeten worden, zullen deze eerst naar een tijdelijke opslagplaats gaan. Hier zullen extra stappen ondernomen worden, aangezien de producten eerst gescand moeten worden en een tijdelijke locatie toegekend moet worden. Vervolgens moeten de producten vanuit deze tijdelijke locatie gescand en gekeurd worden. Wanneer een product goedgekeurd wordt, zal deze in een Miniload bak gelegd worden en vervolgens in Miniload geboekt worden, waarna de bak vervolgens Miniload ingaat. Wanneer een product afgekeurd wordt, zal contact opgenomen worden met de inkoper, maar hoeft het product niet uit Miniload geboekt te worden, aangezien het hier nooit ingeboekt was.

Echter is uit bedrijfsbezoek bij TKH gebleken dat een bepaalde order ingeschoten wordt en deze bakken naar voren komen. Als de producten met kwaliteitscontrole in Miniload opgeslagen worden, moet een dag van te voren door een medewerker een lijst worden opgesteld met alle producten die gekeurd moeten worden. Wanneer de producten buiten Miniload opgeslagen worden, kan de operator zelf de producten pakken en kan flexibiliteit gewaarborgd blijven, doordat producten gepakt kunnen worden of eerder gedaan kunnen worden wanneer nodig.

Resumerend is de conclusie dat de producten die door de kwaliteitscontrole moeten, apart worden opgeslagen.

6.2.2 – Verticale lift module

Zoals beschreven in 2.2.2 is Verticale Lift Module (VLM) een geautomatiseerd systeem. Een dergelijke VLM systeem is in Figuur 6.3 weergegeven. Hier is te zien dat het een verticaal geïntegreerd systeem is. Binnen VDL ETG Almelo wordt gebruikt gemaakt van een VLM, genaamd Kardex. Voor de gewenste situatie is het nog onduidelijk of Kardex gebruikt gaat worden. Daarom moeten de twee situaties, met of zonder Kardex, duidelijk tegenover elkaar afgewogen worden.

Uit de theorie van Gwynne Richards blijkt dat een verticaal opslagsysteem ideaal is voor kleine – tot medium onderdelen. Hier moet de afweging gemaakt moet worden tussen een grotere opslagcapaciteit en de lengte van de tijd dat het systeem rond moet draaien (Richards, Warehouse Management, 2011, p. 94). Wanneer het systeem hoger is, zal het langer duren voordat de lade bij het I/O punt is.



Figuur 6.3: Vertical lift module (Kardex Group, 2016)

Na de implementatie van Kardex hebben de operators van VDL ETG Almelo enige voor-en nadelen ondervonden. Eén van de voordelen van Kardex is de automatisering ten opzichte van het huidige handgestuurde magazijn. Door deze automatisering is er sprake van vierkante ruimte besparing, aangezien meer producten in de hoogte opgeslagen worden. Daarnaast komen de producten naar de picker in plaats van de picker naar de producten. Dit begrip wordt ook wel parts-to-picker genoemd.

Eén van de nadelen van Kardex is dat er een relatief lange wachttijd ontstaat. Deze wachttijd ontstaat doordat er in één lift niet tegelijk ingeboekt en gepickt kan worden. Als aan de ene kant producten ingeboekt worden, is het niet mogelijk om aan de andere kant van dezelfde lift te picken. Hierdoor ontstaat wachttijd. Een andere nadeel is dat de kans op pick fouten groot is. Doordat een lade met verschillende bakken naar beneden komt, is er een grote diversiteit aan bakken waaruit gepickt kan worden. Het komt dan wel eens voor dat een product uit de verkeerde bak gepakt wordt. In de werkplaats ontstaat dan een tekort aan een bepaald product en in Kardex ontstaat een tekort van een verkeerd product. Wanneer deze situatie in de werkplaats geconstateerd wordt, is het mogelijk om dit aan te passen in Kardex en Baan.

In de nieuwe situatie is het handig om van de vier VLM's één of twee te blijven gebruiken in de toekomst. Zoals beschreven is in 2.3, bestaat circa 10% van de verschillende magazijnen uit palletstellingen. Deze producten zijn meestal te lang voor een legbordstelling, maar deze producten zouden in een VLM opgeslagen kunnen worden. Daarnaast kunnen de overige 162 locaties die niet in Miniload passen, ook in de VLM opgeslagen blijven.

6.2.3 – Proces grijpvoorraad

In 2.2.3 is het huidige proces van grijpvoorraad uitgelegd. Hierbij wordt beneden, in het fysieke magazijn, met een two-bin systeem gewerkt. Het two bin systeem is weergegeven in Figuur 6.4. In dit figuur wordt één bak weergegeven en deze ene bak heeft Baan-technisch ook maar één locatie, aangezien in beide magazijn dezelfde producten liggen. Echter is dit niet mogelijk bij de implementatie van Miniload.

Allereerst hebben de monteurs een klein bakje bij zich, waar de benodigde producten in liggen. Wanneer dit bakje leeg is, gaat de monteur naar de stelling toe, waar meerdere van deze producten liggen. De monteur vult zijn eigen bakje bij en plaatst de Kanban kaart in de stelling, zodra de bak leeg is. Hierdoor wordt een two-bin systeem gehanteerd op de productievloer. De operator uit magazijn 635 tot en met 639 loopt één à twee keer per dag een ronde langs al deze productiestellingen en verzameld deze Kanban kaarten. De operator zoekt de juiste producten bij de juiste kaart. Als hij de juiste producten gepakt heeft, boekt hij ze over van magazijn 635 naar magazijn 639. Baan-technisch liggen deze producten niet meer beneden in het magazijn, maar kunnen deze producten zich overal in de fabriek bevinden.

Echter bestaat in de huidige situatie een magazijnlocatie per product voor magazijn 639. Dit is ter visualisatie weergegeven in Figuur 6.4. Hier is te zien dat één locatie bestaat uit een bak waar producten liggen op zowel magazijn 635 als magazijn 639. Deze methode is gekozen, zodat een stuk veiligheidsvoorraad gehanteerd kan worden.



Figuur 6.4:
Magazijnlocatie
grijpvoorraad

Echter is dit niet meer mogelijk in de nieuwe situatie. Daarom bestaat in Miniload alleen nog fysiek de magazijnlocatie 635. Om alsnog veiligheidsvoorraad te kunnen hanteren, moet een andere oplossing hiervoor gezocht worden.

6.3 – Conclusie

In dit hoofdstuk is antwoord gegeven op de vraag: “Hoe ziet de implementatie van Miniload binnen VDL ETG Almelo eruit?”. Hierbij is vooral gekeken met welke aspecten rekening gehouden moet worden bij de implementatie van Miniload en hoe de toekomstige magazijn omgeving van VDL ETG Almelo eruit zou moeten zien.

De aspecten zijn de groei van het magazijn, geplaatste palen door de bouw, sprinkler systeem, gevaarlijke goederen en gewicht die hefttrucks kunnen dragen. Daarnaast dient een besluit gemaakt te worden omtrent de invulling van de verticale lift modules en de opslag van goederen die langs kwaliteitscontrole moeten.

Uit bovenstaand onderzoek zou de inrichting van de magazijnomgeving binnen VDL ETG Almelo een Miniload, één of twee VLM's en diverse palletstellingen moeten hebben. Daarbij moeten de producten die nog gekeurd moeten worden, buiten deze opslagmethodes tijdelijk worden opgeslagen.

Hoofdstuk 7 - Conclusie en aanbevelingen

7.1 – Conclusie

VDL ETG Almelo heeft momenteel een handmatig aangestuurd magazijn in de kelder van het pand. Daarnaast hebben zij nog een apart magazijn, waarin vier verticale lift modules aanwezig zijn. Echter wordt door de huidige inrichting van het magazijn inefficiëntie ervaren. Daarom is volgende onderzoeksvraag opgesteld:

“Welke aspecten spelen een rol bij de inrichting van een geautomatiseerd montagemagazijn binnen VDL ETG Almelo en in hoeverre is Miniload hiervoor een geschikte oplossing?”

Uit bovenstaand onderzoek, blijkt dat er verschillende aspecten van de huidige magazijn inrichting een rol spelen bij de implementatie van Miniload. Allereerst speelt de productdiversiteit een grote rol. Uit onderzoek is gebleken dat circa 90% van magazijn 605, circa 88% van magazijn 606 en 99,50% van de magazijnen 635 tot en met 639 in een legbordstelling ligt. Het betreft circa 1900 locaties die niet in een legbordstelling liggen en dus niet in Miniload kunnen. Producten op deze locaties kunnen niet in Miniload vanwege het gewicht, de afmetingen of andere omstandigheden. Deze omstandigheden betreffen producten met bijvoorbeeld magneten, beryllium of andere speciale omstandigheden die vanwege brandveiligheid apart opgeslagen moeten worden.

Daarnaast is de plaatsing van Miniload en daarbij horende sprinkler systeem een punt waar aandacht aan besteed moet worden. Van te voren moet bepaald worden waar het sprinkler systeem zich in Miniload moet bevinden. Ook is het van belang, om voor het begin van de definitieve indeling van het magazijn, te weten waar de ondersteunende palen van het gebouw komen te staan. Hier kan rekening mee worden gehouden tijdens de inrichting van het magazijn.

De aansturing van grijpvoorraad is een ander aspect waar rekening mee gehouden moet worden bij de implementatie van Miniload. In de huidige situatie wordt een two bin systeem gehanteerd om veiligheidsvoorraad te waarborgen. Een two bin systeem is niet mogelijk in Miniload, waardoor een andere manier van aansturing van grijpvoorraad gebruikt moet worden. Het gebruik van Kanban kaarten moet afgeschaft worden en alle benodigde grijpvoorraad moet als één order aan het einde van de dag gepickt worden. Eén nadeel van grijpvoorraad in Miniload is dat wanneer er een spoedgeval is, deze niet meteen uit Miniload gehaald kan worden, aangezien de flow niet onderbroken kan worden.

Daarnaast zijn vijf voorwaarden door VDL ETG Almelo aan de implementatie van Miniload. Deze zijn efficiëntie, snelheid, foutreductie, FIFO en kosten. De efficiëntie wordt behaald door het besparen van handelingen en de aantal mensen die ingezet worden in de nieuwe situatie. Uit deze analyse is gebleken dat picken een veelvoorkomende handeling in alle magazijnen van het montagemagazijn is. Snelheid is relatief gezien niet van heel groot belang. Zolang het pick proces goed is ingericht, zoals te zien is bij TKH, moeten de bakken op de operator wachten in plaats van de operator op de bakken. Fout reductie is in dit onderzoek niet kwantificeerbaar. Echter kan met pick-and-put to light de kans op fouten gereduceerd worden, aangezien de operator de aandacht minder snel verliest en dus geconcentreerder kan blijven werken.

FIFO kan in de nieuwe situatie gehanteerd worden, doordat producten in een Miniloadbak gelegd worden, ondanks of deze producten al in Miniload liggen. Wanneer een product dan gepickt wordt, gaat de Miniloadkraan naar het product met de oudste datum. Hierdoor kan FIFO altijd gehanteerd worden. Echter zorgt dit voor een andere manier van inslaan, waardoor meer locaties nodig zijn dan in de huidige situatie aanwezig zijn.

De laatste voorwaarde die VDL ETG Almelo stelt aan de implementatie van Miniload zijn de gelijkblijvende kosten, door middel van een even groot systeem. Echter is uit de huidige berekeningen niet gebleken of het aantal benodigde bakken evenveel is als ooit berekend. Wat geconcludeerd kan worden uit deze berekeningen is dat de verdeling van de producten over de verschillende afmetingen Miniloadbakken een grote impact heeft op de totale grootte van Miniload.

Resumerend kan de conclusie getrokken worden dat Miniload passend wordt geacht binnen VDL ETG Almelo. Echter kunnen niet alle producten uit het huidige montagemagazijn in Miniload en daarom moeten de resterende producten worden opgeslagen in één of twee VLM's in combinatie met palletstellingen.

7.2 – Aanbevelingen

Uit bovenstaande conclusie kunnen een paar aanbevelingen voor VDL ETG Almelo gedaan worden. Allereerst dient verder onderzoek gedaan te worden naar de verdeling van de producten over Miniloadbakken. Uit huidig onderzoek is gebleken dat deze verdeling een grote impact heeft op het aantal Miniloadbakken. Vooral de verdeling van de legbordstellingen van magazijn 605 heeft een grote invloed op het aantal Miniloadbakken. Hierbij moet onderzocht worden hoe de producten in de huidige situatie kunnen worden verdeeld over de Miniloadbakken, waarbij de Miniloadbakken in één, twee, vier of acht vakken ingedeeld kunnen worden. Hierbij dient een steekproef in het huidige magazijn gedaan te worden, waarbij genoteerd wordt hoeveel producten in welke vak passen. Deze uitkomst kan dan worden toegevoegd aan de bestaande berekeningen, waardoor een realistisch beeld van het aantal Miniloadbakken gecreëerd kan worden. Zodra het blijkt dat de gangpaden langer worden, verhoogt de reistijd per kraan. Daarnaast kan ook besloten worden om een extra gangpad met kraan aan te schaffen. Dit zal uiteindelijk een grote impact hebben op de totaal prijs.

Om dit onderzoek zo efficiënt mogelijk voort te zetten, wordt er aanbevolen om met een leverancier om tafel te gaan zitten. Aangezien uit het verslag blijkt dat de koppeling van het huidig aantal berekende bakken naar het aantal Miniloadbakken op de technische tekening niet duidelijk is. Een informeel gesprek met een leverancier, bij voorkeur Jungheinrich, moet hierbij meer inzicht geven.

Ook moet verder onderzoek verricht worden naar de aansturing en inrichting van het proces met grijpvoorraad. In de huidige situatie een two-bin systeem gehanteerd wordt om veiligheidsvoorraad te kunnen waarborgen, echter is dit niet meer mogelijk in de nieuwe situatie. Daarom de aanbeveling om de veiligheidsvoorraad op een andere manier te kunnen waarborgen. Daarbij moet ook onderzocht worden, hoe het kan dat een monteur spoed heeft om een bepaald product te krijgen. Wanneer dit voorkomen kan worden, is het mogelijk om ook grijpvoorraad in Miniload op te slaan.

Ten slotte moet rekening worden gehouden met bepaalde foutmarges in berekeningen. Er zijn verschillende berekeningen gedaan omtrent diverse magazijnen. In eerste instantie zijn het aantal legbord-, pallet-, draagarm- en vloerlocaties per magazijn bepaald. Hier is aangenomen dat alle legbordstellingen van elk magazijn in Miniload passen. Dit is data vanuit Baan en de aanname is gedaan dat alle data in Baan klopt. Echter is de registratie van locaties voor magazijn 635 tot en met 639 niet geheel kloppend, aangezien legbordlocaties worden geregistreerd, terwijl producten niet in legbordlocaties liggen. Hierdoor wordt een verkeerd beeld geschetst. Hierna is naar het aantal artikelen in Kardex gekeken. Bij deze data is geen foutmarge ontstaan, aangezien deze locaties allemaal bekend zijn inclusief de afmetingen van de bakken. Ten slotte is ook nog de locatiefactor berekend. De berekende locatiefactor in dit onderzoek, kwam redelijk overeen met een eerder berekende locatiefactor. Echter was de hiervoor gebruikte data een momentopname en kan deze dus anders zijn als deze data nu geraadpleegd wordt. Hierdoor kan de locatiefactor enigszins veranderen. Echter zal dit niet van hele grote invloed zijn op de totale locatiefactor. Wanneer dus officieel wordt overgegaan op Miniload, moet deze berekening met nieuwe data gedaan te worden.

Resumerend betekent dit dat wanneer VDL ETG Almelo verder gaat met de berekeningen van Miniload, zij nogmaals moeten kijken naar de aannames die tijdens dit onderzoek zijn gedaan. Op basis hiervan kunnen zij de huidige berekeningen aanpassen naar omstandigheden die dan van toepassing zijn.

Hoofdstuk 8 - Referentielijst

- Althoff, M. (2016, februari 2). *Ervaringen met pick-to-light*. Opgeroepen op juni 17, 2016, van Logistiek: <http://www.logistiek.nl/warehousing/artikel/2004/8/ervaringen-met-pick-to-light-1016534>
- Bos, S. (sd). *Alternatieve kosten*. Opgeroepen op mei 24, 2016, van Finler encyclopedie: <https://www.finler.nl/alternatieve-kosten/>
- De Ondernemer. (2015, September 22). *Forse uitbreiding bij VDL ETG Almelo*. Opgeroepen op Juni 1, 2016, van De Ondernemer: <http://www.deondernemer.nl/nieuwsbericht/29507/forse-uitbreiding-bij-vdl-enabling-technologies-group-in-almelo>
- Eriks. (2016). *Over Eriks*. Opgeroepen op juni 16, 2016, van Eriks: <http://www.youmakeitwork.nl/#main-content>
- Heerkens, H. (2012). Geen Probleem. In H. Heerkens, *Geen probleem* (p. 144). Business School Nederland.
- Heerkens, H., & Winden, A. v. (2012). *Geen probleem*. Business School Nederland Buren.
- Hompel, M., & Schmidt, T. (2007). *Warehouse Management*. Berlijn: Springer-Verslag Berlin Heidelberg.
- Kardex Group. (2016). *Picture gallery*. Opgeroepen op Juni 1, 2016, van Kardex Group: <http://www.kardex.com/en/news-media/picture-gallery.html>
- Lenntech. (sd). *Lengte omrekenen*. Opgeroepen op mei 17, 2016, van Lenntech: <http://www.lenntech.nl/calculatoren/lengte/lengte.htm>
- Logistiek. (2008, juni 5). *Wat is een Miniload?* Opgeroepen op mei 4, 2016, van Logistiek: <http://www.logistiek.nl/warehousing/artikel/2008/6/wat-is-een-miniload-1015613>
- Mantel, R. (2016, juni 14). Innovations in warehousing. Enschede, Overijssel, Nederland.
- Manutan. (2016). *Draagarmstelling*. Opgeroepen op Juni 1, 2016, van Manutan: <http://www.manutan.nl/nl/mnl/draagarmstelling-quick-lang-enkelzijdig-basiselement>
- Palletstellingen.nl. (sd). *Palletstellingen.nl*. Opgeroepen op Juni 1, 2016, van Palletstellingen.nl: <http://www.palletstelling.nl/>
- Park, B., Foley, R., & Frazelle, E. (2004). Performance of miniload systems with two-class storage. *European Journal of Operational Research* 170, 144–155.
- Richards, G. (2011). Pick module selection matrix. In G. Richards, *Warehouse Management* (p. 344).
- Richards, G. (2011). *Warehouse Management*. United States & Great Britain: Kogan Page Limited.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operations Management*. Harlow: Pearson Education Limited.
- VDL, E. T. (sd). *Bedrijfsprofiel*. Opgeroepen op maart 24, 2016, van VDL Enabling Technologies Group: <http://www.vdletg.com/?page/780232/Profiel.aspx>

BIJLAGEN

1 – Magazijn 601

Magazijn 601 is het magazijn waar onderdelen opgeslagen worden die eerst naar de onderdelenfabricage (OF) gaan. Dit zijn onderdelen die bewerkt worden voordat ze in het productieproces toegepast kunnen worden. Het betreft bijvoorbeeld het aan elkaar lassen van verschillende onderdelen, maar ook het bewerken van onderdelen. Wanneer deze onderdelen bewerkt zijn bij de OF, gaan ze terug magazijn 601 in totdat ze nodig zijn op in het productieproces.

2 – Magazijn 800

Magazijn 800 is het magazijn waar onderdelen liggen die ingekocht zijn door een inkoper om het product te bekijken. Dit gebeurt vaak bij nieuwe onderdelen. Deze producten kunnen door de desbetreffende inkoper uit magazijn 800 mee genomen worden, zonder dat deze uit het magazijn geboekt moeten worden.

3 – X-dock

In de X-dock liggen onderdelen die nageleverd zijn. Dat wil zeggen dat er onderdelen zijn die in de eerste levering te laat geleverd zijn. Deze benodigde onderdelen zijn al uit het magazijn geboekt, omdat ze nodig waren in het productieproces. Wanneer de onderdelen nageleverd worden, zullen deze niet het magazijn in gaan, maar zullen deze naar de X-dock gaan. Wanneer deze onderdelen dan nodig zijn in het productieproces, kunnen deze meegenomen worden zonder uitgeboekt te worden. De X-dock bestaat uit drie verschillende locaties. Deze drie zijn: X-dock 601-603, X-dock 605 of X-dock 606. X-dock 601-603 is voor de pallets, X-dock 605 is voor het normale productieproces en X-dock 606 zijn onderdelen voor in de cleanroom.

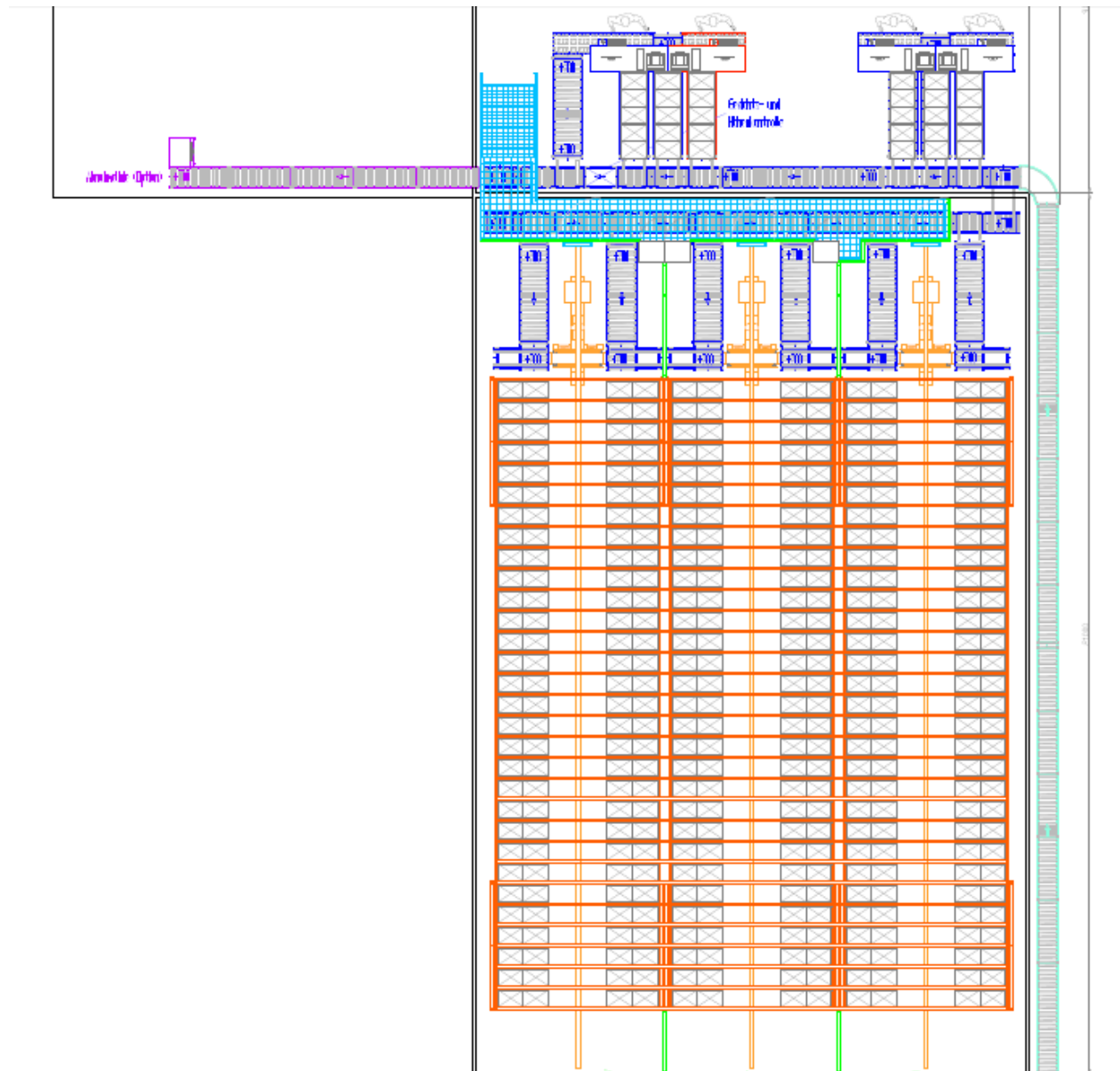
Uit bovengenoemde opslaglocaties wordt alleen het montagemagazijn samen gevoegd in Miniload. Het montagemagazijn bestaat uit magazijn 605, magazijn 606 en magazijn 635 tot en met 639. Daarnaast wordt overwogen om onderdelen die nog gekeurd moeten worden ook in Miniload op te slaan. Om duidelijk in kaart te brengen welke handelingen in de huidige situatie gedaan worden, is dit weer gegeven in een flowchart. Doordat deze handelingen zijn weergegeven in een flowchart, kan bij de implementatie bekeken worden welke handelingen minder gedaan worden wanneer Miniload geïmplementeerd wordt.

4 – Planthofsweg

De locatie aan de Planthofsweg is de locatie waarin grote onderdelen of eindproducten opgeslagen worden. Wanneer grote onderdelen of eindproducten niet in het huidige magazijn in de kelder opgeslagen kunnen worden, gaan deze naar de locatie aan de Planthofsweg. Deze locatie wordt dus relatief gezien niet vaak gebruikt in verhouding met het magazijn in de kelder of Kardex.

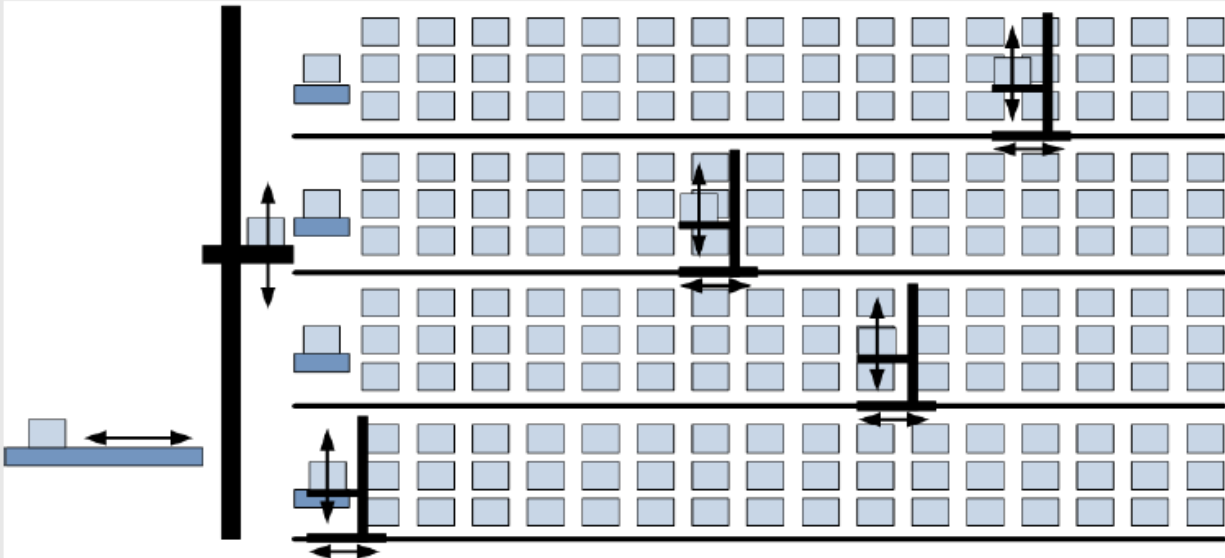
Bijlage B – Jungheinrich

Hieronder is het ontworpen geautomatiseerde magazijn door Jungheinrich weer gegeven. Hier is te zien dat het magazijn volledig geautomatiseerd is en dat er vier in/output punten zijn.



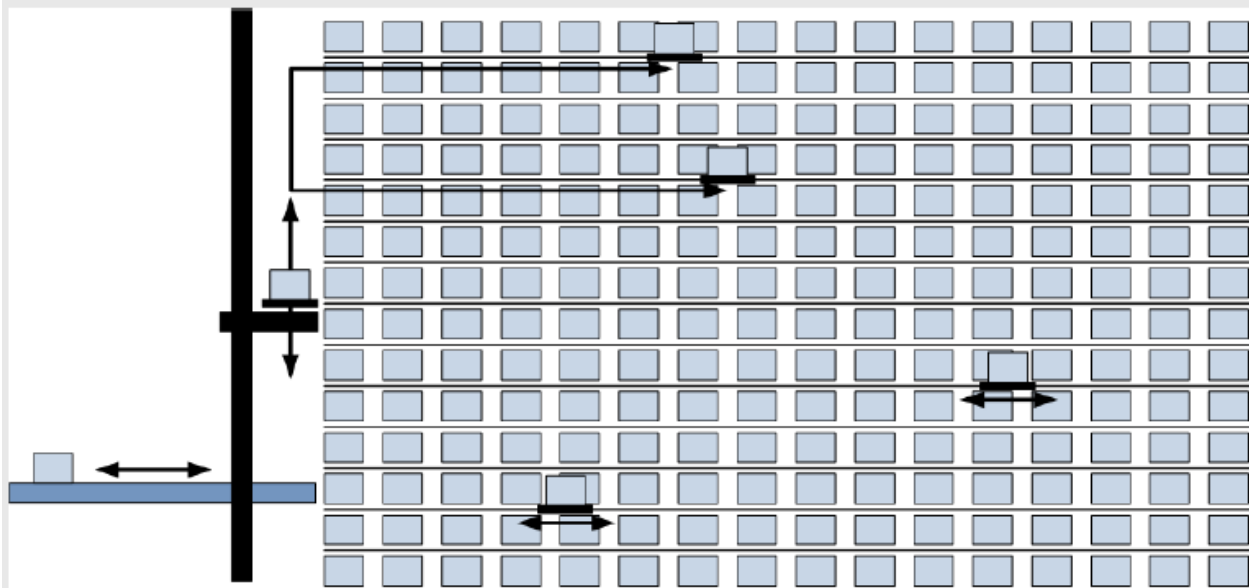
Figuur 8.1: Ontwerp Jungheinrich

Captive shuttles:



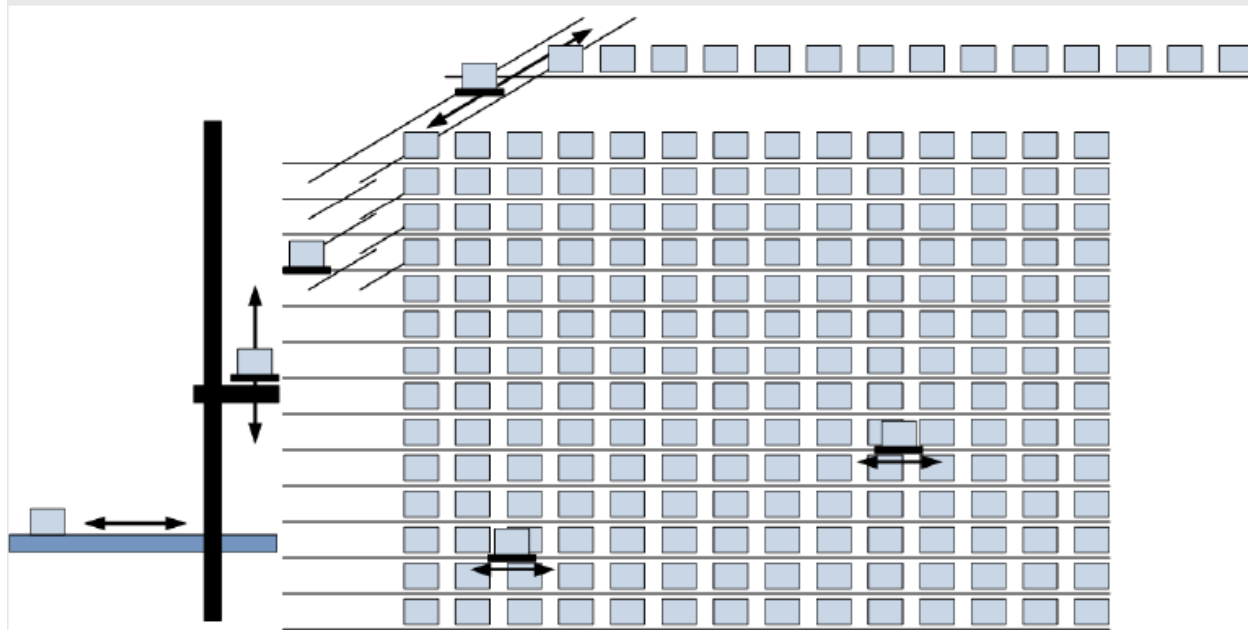
Figuur 8.2: Ontwerp Vanderlande (mogelijkheid 1)

Aisle roaming shuttles:



Figuur 8.3: Ontwerp Vanderlande (mogelijkheid 2)

Full roaming shuttles:



Figuur 8.4: Ontwerp Vanderlande (mogelijkheid 3)

Bijlage D – Bewijs berekeningen

Deze bijlage dient ter verrijking van de informatie voor de berekeningen gemaakt voor de locatiefactor. De berekening van de locatiefactor is te vinden in 5.4.5 – Kosten van Miniload

1 – Magazijn 605

Aantal zendingen	Hoe vaak komt het voor?	Percentage van het totaal (met uitschieters)	Percentage van het totaal (zonder uitschieters)
1	4211	0,6545	0,6546
2	985	0,8076	0,8077
3	280	0,8511	0,8512
4	283	0,8951	0,9246
5	114	0,9128	0,9423
6	60	0,9221	0,9517
7	28	0,9265	0,9560
8	82	0,9392	0,9688
9	28	0,9436	0,9731
10	30	0,9482	0,9778
11	15	0,9506	0,9801
12	49	0,9582	0,9877
13	11	0,9599	0,9894
14	9	0,9613	0,9908
15	15	0,9636	0,9932
16	24	0,9674	0,9969
17	6	0,9683	0,9978
18	4	0,9689	0,9984
19	4	0,9695	0,9991
20	6	0,970469381	1

2 – Magazijn 606

Aantal zendingen	Hoe vaak komt het voor?	Percentage van het totaal (met uitschieters)	Percentage van het totaal (zonder uitschieters)
1	984	0,47126	0,47126
2	450	0,68678	0,68678
3	186	0,77586	0,77586
4	134	0,84004	0,85824
5	157	0,91523	0,93343
6	41	0,93487	0,95307
7	19	0,94397	0,96216
8	28	0,95738	0,97557
9	10	0,96216	0,98036
10	6	0,96504	0,98324
11	4	0,96695	0,98515
12	6	0,96983	0,98803
13	3	0,97126	0,98946
14	2	0,97222	0,99042
15	4	0,97414	0,99234
16	2	0,97510	0,99330
17	6	0,97797	0,99617
18	1	0,97845	0,99665
19	2	0,97941	0,99761
20	5	0,98180	1,00000

3 – Magazijn 635 tot en met 639

Aantal zendingen	Hoe vaak komt het voor?	Percentage van het totaal (met uitschieters)	Percentage van het totaal (zonder uitschieters)
1	3269	0,8170	0,8170
2	392	0,9150	0,9150
3	106	0,9415	0,9415
4	75	0,9603	0,9635
5	49	0,9725	0,9758
6	13	0,9758	0,9790
7	17	0,9800	0,9833
8	6	0,9815	0,9848
9	8	0,9835	0,9868
10	29	0,9908	0,9940
11	2	0,9913	0,9945
12	3	0,9920	0,9953
13	5	0,9933	0,9965
14	1	0,9935	0,9968
15	1	0,9938	0,9970
16	5	0,9950	0,9983
17	0	0,9950	0,9983
18	1	0,9953	0,9985
19	0	0,9953	0,9985
20	6	0,9968	1,0000