



Bachelor Thesis

Openbare versie

Zwier, Philip



University of Twente

Drienerlolaan 5
7522 NB Enschede
Nederland

Auteur

Philip Jan Zwier
S1713078
p.j.zwier@student.utwente.nl

Eerste begeleider:

Dr. Ir. S.J.A Löwik (Sandor)

Tweede begeleider:

Dr. Ir. P. Hoffmann (Petra)

Faculty of Behavioural Management
and Social Sciences

Voorwoord

Voor u ligt de thesis die dient als afsluiting van mijn bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. In de periode van april 2018 tot augustus 2018 heb ik onderzoek mogen doen naar een interessant proces bij een misschien wel nog interessanter bedrijf. Het onderzoek richtte zich op het ontwerpen en efficiënter maken van een proces met behulp van (onder andere) tools behorend tot de Lean Management filosofie.

Tijdens het onderzoek heb ik genoten van de sfeer bij Bedrijf X en heb ik veel nieuwe ervaringen opgedaan. Naast de gezelligheid en goede werksfeer was er ook ruimte voor kritische vragen en stond iedereen open voor het luisteren naar mijn ideeën. Alle medewerkers waren zeer behulpzaam en stonden altijd voor mij klaar, iets wat ik niet als vanzelfsprekend beschouw voor een afstudeerstudent bij een bedrijf.

Ik wil Bedrijf X hartelijk bedanken voor de begeleiding en de kans die ik gekregen heb om nieuwe ervaring op te doen. In het bijzonder wil ik mijn begeleider, Walter Versteeg, bedanken voor zijn begeleiding in het project en de waardevolle feedback. Daarnaast wil ik alle mensen van het Operational Excellence team bedanken voor het meedenken aan het onderzoek. Verder wil ik alle medewerkers bedanken voor de prettige samenwerking en tijd die zij hebben vrijgemaakt voor mijn onderzoek.

Daarnaast wil ik de begeleiding vanuit de Universiteit Twente bedanken. Ik wil Sandor Löwik en Petra Hoffmann bedanken voor de goede begeleiding en feedback die ik gedurende mijn onderzoek heb ontvangen.

Ten slotte wil ik mijn familie en vrienden bedanken, zij hebben een grote rol gespeeld in het voltooien van mijn bachelor thesis en de opleiding Technische Bedrijfskunde in het algemeen.

Ik wens u een prettige leeservaring toe!

Met vriendelijke groet,

Philip Zwier

Enschede, september 2018

Managementsamenvatting

Deze thesis richt zich op het ontwerpen en verbeteren van het kittingproces bij Bedrijf X op Locatie X. Bedrijf X heeft het doel om het kittingproces te verplaatsen om zo de efficiëntie van het proces zelf alsmede de aan- en afvoer van het proces te verhogen. Ten eerste is het bedrijf geïnteresseerd naar de eventuele voor- en nadelen die een verplaatsing met zich mee brengt. Ten tweede wil het bedrijf graag weten welke verbeteringen er eventueel aangebracht kunnen worden om de efficiëntie te verbeteren. De volgende hoofdvraag is opgesteld voor het onderzoek:

“Wat is het efficiëntste ontwerp voor het kittingproces en wat zijn de operationele en financiële consequenties van de verplaatsing van het proces naar een andere locatie?”

Het bedrijf werkt volgens de Operational Excellence filosofie. Doordat deze filosofie veel van zijn onderdelen leent van de Lean Management theorie, is voor het onderzoek gekozen om gebruik te maken van de Lean Management theorie. In Lean staat het elimineren van verspillingen (de acht typen waste) en realiseren van flow binnen processen centraal. In het onderzoek zijn verschillende tools van Lean gebruikt om het proces te analyseren zoals een Value Stream Map en een Spaghetti Diagram.

Het onderzoek heeft zich eerst gericht op het huidige proces, waarin deze is geanalyseerd met behulp van een Value Stream Map. Daarnaast is het transport van en naar het proces in kaart gebracht met behulp van een model dat afstanden binnen het magazijn modelleert. De belangrijkste conclusies die voortkwamen uit deze analyse zijn:

- De lange doorlooptijd van het proces wordt veroorzaakt door het gebruik van een buffer voor inkomende pallets bij het proces. Daarnaast neemt deze buffer een significante hoeveelheid vloeroppervlakte in.
- De plaatsingsstrategie van pallets binnen het magazijn is niet optimaal, hierdoor ontstaat verspilling in de vorm van “transport waste”.

De volgende stap in het onderzoek is het analyseren van de verplaatsing van het proces. Er is onderzoek gedaan naar één potentiële locatie binnen het gebouw. De belangrijkste conclusies van deze analyses zijn:

- De verplaatsing zorgt voor een verhoging in jaarlijkse kosten van €4000, veroorzaakt door de extra rijafstand van bulkrijders en een toename in loopafstand van werknemers.
- De afvalverwerking van het proces wordt efficiënter doordat afstanden naar de afvalverwerking afneemt. Hierdoor zijn minder uren benodigd voor de afvalverwerking.
- De huidige locatie heeft een grotere vloeroppervlakte, waardoor op deze locatie meer vloerlocaties voor pallets mogelijk zijn t.o.v. de nieuwe locatie. Echter door de lage plafondhoogte is er geen ruimte voor het plaatsen van stellingen op de huidige locatie.

De resultaten van de analyses zijn gebruikt om twee ontwerpen voor het proces op de nieuwe locatie te introduceren. Het eerste ontwerp richt zich op het minimaliseren van de benodigde vloeroppervlakte en het tweede ontwerp zich richt op het maximaliseren van de efficiëntie binnen het proces.

Om de doorlooptijd te verkorten zijn twee oplossingen ontwikkeld om de buffer binnen het proces te verkleinen:

- Het introduceren van twee batches voor het kittingproces waardoor de benodigde oppervlakte van de buffer wordt gereduceerd met 50% en de doorlooptijd voor één pallet wordt verkort met 136 minuten. Het implementeren van deze oplossing is zeer gemakkelijk en kan (deels) worden gerealiseerd met splitsen van orders naar benodigde tijd.
- Het introduceren van een CONWIP-systeem. Hiervoor is een supermarkt geïntroduceerd voor producten die toegevoegd moeten worden. Deze oplossing zorgt ervoor dat de oppervlakte voor de buffer wordt verkleind tot maximaal 20m² en de doorlooptijd wordt verkort met 3.5 uur. Deze oplossing maakt het daarnaast mogelijk om continue aanvoer te realiseren, wat in zijn plaats het mogelijk maakt om flow te creëren in de hele keten. Het implementeren van deze oplossing is complexer doordat integratie met het Warehouse Management System nodig is om te kunnen profiteren van de voordelen die het systeem kan bieden.

Ten slotte worden ook nog de volgende aanbevelingen gedaan aan Bedrijf X:

- Het optimaliseren van de plaatsingsstrategie van pallets binnen het magazijn kan leiden tot een grote vermindering in de benodigde transporttijd van pallets.
- De keten aanpassen naar make-to-order strategie om een snellere doorlooptijd te realiseren en voorraden te verkleinen.
- Het onderzoeken van de mogelijkheid om het kittingproces te integreren met het verpakkingsproces.

Inhoud

Voorwoord.....	2
Managementsamenvatting.....	3
1. Introductie	9
1.1 Introductie bedrijf.....	9
1.1.1 Introductie kittingproces	9
1.2 Probleemidentificatie	10
1.2.1 Aanleiding van de opdracht	10
1.2.2 Doel van het onderzoek.....	10
1.2.3 Hoofdvraag.....	10
1.2.4 Probleemcluster	10
1.2.5 Onderzoeksmethodologie.....	11
2. Theoretisch kader	12
2.1 Introductie	12
2.2 Geschiedenis van Lean.....	12
2.3 Waste	13
2.4 Voorraad en flow	13
2.5 Value Stream Mapping	14
2.6 Spaghetti Diagram.....	16
2.7 Lean op de werkvloer (5S)	17
2.8 Productiviteit van een proces	17
2.9 Alternatieve theorie: CONWIP	18
2.10 Samenvatting	19
3. Onderzoeksmethodologie.....	20
3.1 Algemene Probleemaanpak.....	20
3.2 Afbakening	21
3.3 Onderzoeksvragen	21
3.4 Verzameling van data en analyse	23
3.5 Probleemhebbers.....	24
3.6 Beperkingen van het onderzoek	24
3.7 Validiteit & Betrouwbaarheid	24
4. Analyse huidige proces	25
4.1 Hoe ziet de waardestream van het huidige proces eruit?	25

4.2 Rijafstanden van en naar het magazijn vanaf de kittingafdeling	26
4.3 Huidige fysieke opstelling	30
Interne looppaden	30
4.4 Afvalstroom.....	32
4.5 Inkomende buffer in het huidige proces	32
4.6 Conclusie	33
5. Verplaatsing van het proces	35
5.1 Nieuwe locatie	35
5.2 Wat is de gemiddelde afstand van het kittingproces naar de nieuwe locatie?.....	36
5.3 Operationele consequenties van de verplaatsing van het proces.....	37
5.3.1 Afvalstroom.....	37
5.3.2 Loopafstand van werknemers naar het proces	37
5.3.3 Vrijgekomen ruimte huidige locatie.....	38
5.4 Financiële consequenties.....	39
5.5 Alternatieve locaties	41
5.6 Conclusie	41
6. Ontwerpeisen nieuwe locatie	42
6.1 Afmetingen nieuwe locatie	42
6.2 Veiligheid.....	43
7. Ontwerpvoorstel nieuwe locatie	44
7.1 Positionering elementen.....	44
7.2 Ontwerp 1	45
7.3 Ontwerp 2	47
7.4 Magazijn.....	48
7.5 Buffer	48
7.5.1 Optie 1: Het gebruik van batches.....	48
7.5.2 Optie 2: Het toepassen van Pull op het systeem: continue aanvoer.....	49
7.5.3 Benodigde aanpassingen in het proces voor Optie 2	50
7.5.4 Vergelijking bufferopties.....	52
7.6 Advies implementatie	52
7.7 Future State VSM	53
8. Conclusie & Aanbevelingen.....	54
8.1 Conclusie	54

8.2 Aanbevelingen	55
Discussie	56
Bronnen	57
Bijlage I: VSM Current State.....	1
Bijlage II: Model rijafstanden	2
Bijlage III: Spaghetti Diagram	3
Bijlage IV: Future State VSM	4

Woordenlijst

CONWIP – Continuous-work-in-progress

Cyclustijd: benodigde tijd voor het afronden van één handeling.

Kitting – Het samenvoegen van meerdere producten in één verpakking.

MHE – Material Handling Equipment: heftrucks en steekwagens.

Picken: een pallet uit een opslag halen d.m.v. een MHE.

Put-away: een pallet naar de opslag brengen d.m.v. een MHE.

Takttijd: beschikbare tijd per processtap om een product te produceren/taak te voltooien.

VSM – Value Stream Map: kaart waarin waardestromen worden weergegeven.

WIP – Work-in-progress: onderhanden werk.

1. Introductie

Dit hoofdstuk begint met een introductie van Bedrijf X een korte inleiding op het proces dat onderwerp is van het onderzoek en de aanleiding van de opdracht. Daarna zal het kernprobleem worden toegelicht.

1.1 Introductie bedrijf

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

1.1.1 Introductie kittingproces

Ieder product dat zich wordt behandeld door het bedrijf komt binnen via het inbound proces waarna het wordt opgeslagen in het magazijn. Een deel van deze producten vereist een extra handeling, zoals kitting, voordat het verpakt kan worden. Na het verpakken wordt het product verzonden via het outbound proces. Figuur 1 geeft de flow weer van een product dat ook wordt gekit.



Figuur 1: Flowchart bedrijf

Het kittingproces zorgt voor het toevoegen van producten aan de verpakking van een primair product. Een voorbeeld van een product dat 'gekit' wordt, is een set-top box voor digitale televisie. Deze set-top box wordt geleverd door de fabrikant zonder kabels, specifieke handleidingen en afstandsbediening. Om te zorgen dat deze onderdelen uiteindelijk wel in het pakket terecht komen, wordt het pakket langs de kittingafdeling gestuurd. Hier wordt handmatig de verpakking van het product geopend en worden de benodigde onderdelen toegevoegd. In een groot deel van de gevallen gaat het om een simpele handeling welke weinig tijd vereist, soms gaat het om een meer complexe handeling waarvoor meer tijd benodigd is.

Het kitting gebeurt aan werktafels waar genoeg ruimte is voor de werknemer om meerdere producten te plaatsen op de tafel en bewerkingen uit te voeren. In totaal zijn er 14 kittafels aanwezig.

In totaal zijn er ongeveer 80 verschillende producten waarbij kitting benodigd is. De frequentie en hoeveelheid van ieder product verschilt dagelijks. Wekelijks geeft de klant aan welke producten gekit moeten worden. De planning voor de lange termijn wordt geregeld door de klant alsmede het voorraadbeheer.

Het verplaatsen van pallets van de opslag naar het kittingproces wordt gedaan door bulkrijders die actief zijn in het magazijn dat gelokaliseerd is naast het proces. De bulkrijders plaatsen pallets bij het proces, waarna een andere werknemer verantwoordelijk is voor het plaatsen van de pallets bij de kittingwerknemers. Deze werknemer verantwoordelijk voor deze taak wordt ook wel een 'water spider' genoemd, omdat hij als het ware in het proces beweegt als een waterspin en zijn werkzaamheden zich afspelen op meerdere plekken binnen het proces. Voordat een pallet bij een kittingwerknemer komt,

wordt deze voorbereid door de water spider. Het voorbereiden bestaat uit het controleren van de pallet alsmede het toevoegen van de juiste labels. Na het kitten is de waterspider verantwoordelijk voor de afhandeling en controle van de pallets alsmede het bewaken van de productiviteit van de werknemers.

De orders voor het kittingproces worden gegeven door de klant, die ook het voorraadniveau in het magazijn beheert. De klant maakt gebruik van het zogenoemde make-to-stock principe en baseert de orders op basis van de minimumniveaus van de voorraad. In het geval dit niveau wordt bereikt, wordt er opdracht gegeven om te kitten.

1.2 Probleemidentificatie

1.2.1 Aanleiding van de opdracht

Op dit moment is het magazijn op de locatie overvol. Om meer ruimte te verkrijgen voor opslag, had het management het idee om het kittingproces te verplaatsen naar een andere locatie in het gebouw. Een voordeel bij deze verplaatsing is dat er extra ruimte vrijkomt en het kittingproces wordt gelokaliseerd op een plek die dicht bij de andere processen (Inbound, Verpakken & Outbound) ligt. Hoewel dit voordeel geïdentificeerd is, zijn andere mogelijke voordelen en gevolgen nog onduidelijk. Hier ligt dus de eerste vraag vanuit het management.

Echter zijn er ook twijfels bij de huidige efficiëntie van het proces. Een verplaatsing van het proces is een geschikt moment om direct verbeteringen toe te kunnen passen in het proces. Daarom zal het onderzoek zich ook richten op verbeteringen in het proces zelf.

1.2.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is om een optimaal ontwerp te ontwikkelen voor het kittingproces en daarnaast inzicht te geven in de consequenties van het verplaatsen van het proces naar een nieuwe locatie binnen het bedrijf.

Om dit doel te bereiken wordt eerst het huidige proces in kaart gebracht, de nieuwe locatie en haar gevolgen in kaart gebracht waarna een ontwerpvoorstel kan worden gemaakt op basis van de opgedane kennis. Het ontwerp moet zich focussen op een reductie in kosten en verhoging van efficiëntie door het elimineren van verspillingen binnen het proces.

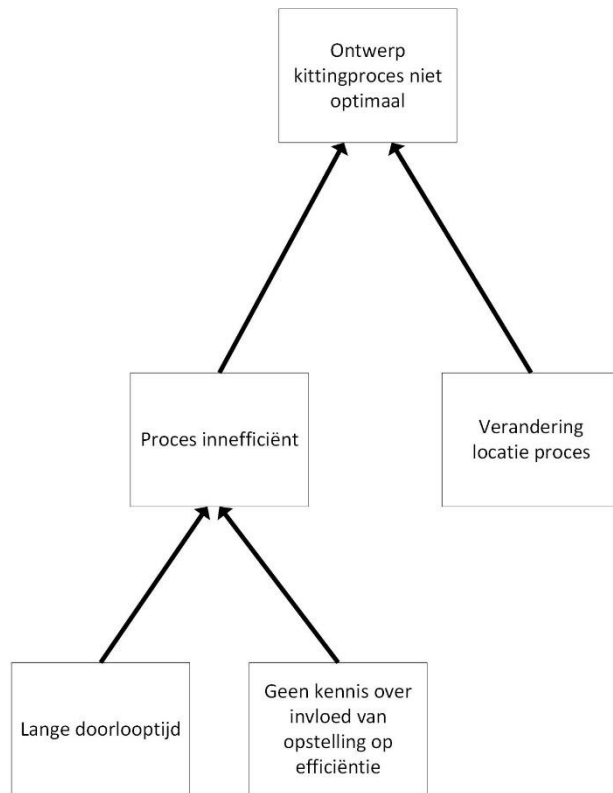
1.2.3 Hoofdvraag

Op basis van verkennende gesprekken met de verantwoordelijke personen binnen het bedrijf is besloten om het onderzoek te richten op het optimale ontwerp van de het kittingproces.

Het volgende kernprobleem voor het onderzoek is geformuleerd: “Wat is het efficiëntste ontwerp voor het kittingproces en wat zijn de operationele en financiële consequenties van de verplaatsing van het proces naar een andere locatie?”

1.2.4 Probleemcluster

De geconstateerde problemen kunnen worden toegevoegd aan een probleemcluster waardoor het kernprobleem van het onderzoek duidelijk wordt.



1.2.5 Onderzoeksmethodologie

Door de sterke afhankelijkheid van de onderzoeksmethodologie van de theorie, zal hoofdstuk 2 gebruikt worden om het theoretisch kader waarin het onderzoek is verricht, te introduceren. Hoofdstuk 3 zal vervolgens gebruikt worden om de onderzoeksmethodologie van het onderzoek te presenteren.

2. Theoretisch kader

2.1 Introductie

Als leidend theoretisch kader wordt de Lean filosofie gebruikt. Het onderzoek zal gebruik maken van de methodologieën en hulpmiddelen binnen deze filosofie. Naast dat Lean zich razendsnel verspreid heeft de laatste jaren, heeft Bedrijf X Lean al zeer diep geïmplementeerd in de bedrijfsprocessen.

Lean is een bedrijfsfilosofie die gericht is op continue verbetering, het elimineren van verspillingen en het creëren van een flow in het bedrijf door middel van het reduceren van doorlooptijd en voorraden. Onder Lean vallen verschillende tools en denkwijzen allen met het doel om verspillingen te identificeren en elimineren in bedrijfsprocessen.

Omdat een verscheidenheid aan methodes onder Lean valt, is voor het onderzoek de focus gelegd op een aantal methodes en onderwerpen behorend tot de Lean filosofie die relevant zijn voor en gebruikt worden in het onderzoek. De keuzes voor de gebruikte tools zijn gemaakt op basis van een inventarisatie van de beschikbare tools en het soort proces waar het onderzoek zich op richt.

De onderwerpen die behandeld zullen worden in dit hoofdstuk zijn: Waste, Voorraad & Flow, Value Stream Mapping, Spaghetti Diagram en 5S.

Omdat het onderzoek het doel heeft om het proces efficiënter te maken, is het van belang om efficiëntie te definiëren, dit zal ook in dit hoofdstuk worden behandeld.

Om een alternatief te bieden voor de Lean theorie op het gebied van processen, wordt ook een alternatieve theorie op het gebied van procesbeheersing geïntroduceerd.

2.2 Geschiedenis van Lean

Het eerste bedrijf dat Lean principes op grote schaal introduceerde was het Japanse Toyota met haar Toyota Production System. Later werd de principes van Toyota overgenomen en gingen deze principes verder onder de naam “Lean”, met als belangrijkste auteurs Womack & Jones (2005). Veel termen binnen Lean zijn nog steeds Japans. Zo wordt de werkvloer aangeduid als “Gemba”, een letterlijke vertaling van “Werkvloer” in het Japans.

In de loop van de 20^e eeuw is Lean ontstaan door de samenvoeging van meerdere principes. Door de grote verscheidenheid aan principes en managementtools kan Lean verbeteringen mogelijk maken in vrijwel ieder bedrijf.

Tegenwoordig wordt Lean niet alleen maar in productieprocessen gebruikt, maar wijdverspreid over meerdere sectoren zoals de gezondheidszorg en IT. Ook wordt Lean tegenwoordig gecombineerd met andere filosofieën zoals Six Sigma, een filosofie mede ontwikkeld door Motorola die meer vanuit een statistisch perspectief naar processen kijkt. Door de samenvoegingen zijn de verschillende filosofieën tegenwoordig zeer lastig te onderscheiden.

Verschiedende auteurs zoals Womack & Jones (2005) en Bhasin (2015), beweren dat er vijf hoofdprincipes bestaan in de Lean theorie:

-
- Het identificeren van klanten en de waarde. Het definiëren van waarde voor een product vanuit het perspectief van een klant.
 - Het categoriseren en in kaart brengen van de waardestromen binnen een bedrijf.
 - Het verbeteren van de “flow” door het elimineren van verspillingen om de levertijd te verkorten.
 - Responsief handelen naar vraag van de klant.
 - Het continu nastreven van perfectie.

In de volgende paragraaf zal het begrip ‘Waste’ worden geïntroduceerd.

2.3 Waste

Muda, de acht typen waste, staan centraal in de Lean filosofie gezamenlijk met Muri en Mura (overbelasting & variatie). Met “Waste” wordt letterlijk verspilling bedoeld. De focus binnen Lean licht dan ook op het elimineren van deze verspilling. Om een onderscheid te maken tussen de verspillingen en een duidelijk beeld te verkrijgen van de soorten waste binnen een proces, zijn er acht typen waste geïdentificeerd. De achtste type waste is recenter geïntroduceerd dan de voorgaande zeven (Bhasin, 2015).

De acht typen waste zijn:

- Overproductie: Meer produceren dan marktvraag.
- Wachten: Wachtende, stilstaande of defecte machines.
- Transport: Het transporteren van producten of materialen.
- Overbehandeling: Onnodige stappen binnen een proces.
- Opslag: Onnodige opslag of aanvoer.
- Beweging: Zoeken of onnodig lopen.
- Defecten: Defecte producten of slechte kwaliteit.
- Ongebruikte expertise: Het niet gebruiken van expertise

Naast ‘Waste’ zijn er nog twee elementen die Lean probeert te elimineren. Dit zijn Muri en Mura. Muri staat voor het overbelasten van mens of machine en daarmee veiligheid en gezondheid in het gevaar te brengen. Mura staat voor ongelijkmatigheid in de planning veroorzaakt door bijvoorbeeld defecten.

Het uiteindelijke doel van de vele methodes behorend tot Lean, is het elimineren van deze drie M’s en de bijbehorende typen verspillingen (Womack & Jones, 2005).

2.4 Voorraad en flow

Een belangrijk aspect van Lean is het verminderen van voorraden op iedere plaats in een proces om zo een continue flow te creëren binnen het bedrijf. Twee belangrijke concepten die dit mogelijk maken zijn “Pull” en “Just-in-Time”.

Pull betekent dat de productie wordt afgestemd op de vraag van de klant, ook wel een make-to-order strategie genoemd. Pull is het tegenovergestelde van “Push”, dit ontstaat wanneer planning het proces aanstuurt. Push kan ook worden gezien als make-to-stock. Bij Pull is het idee dat een klant het proces initieert en iedere processtap de voorgaande processtap een signaal geeft om te produceren. Dit wordt ook wel een “Kanban” genoemd. In het geval dat er een continue flow of een kleine voorraad wordt

aangehouden op het einde van het proces, heeft de klant direct zijn product. Doordat er snel gereageerd kan worden op de klantvraag is er weinig voorraad nodig binnen het bedrijf.

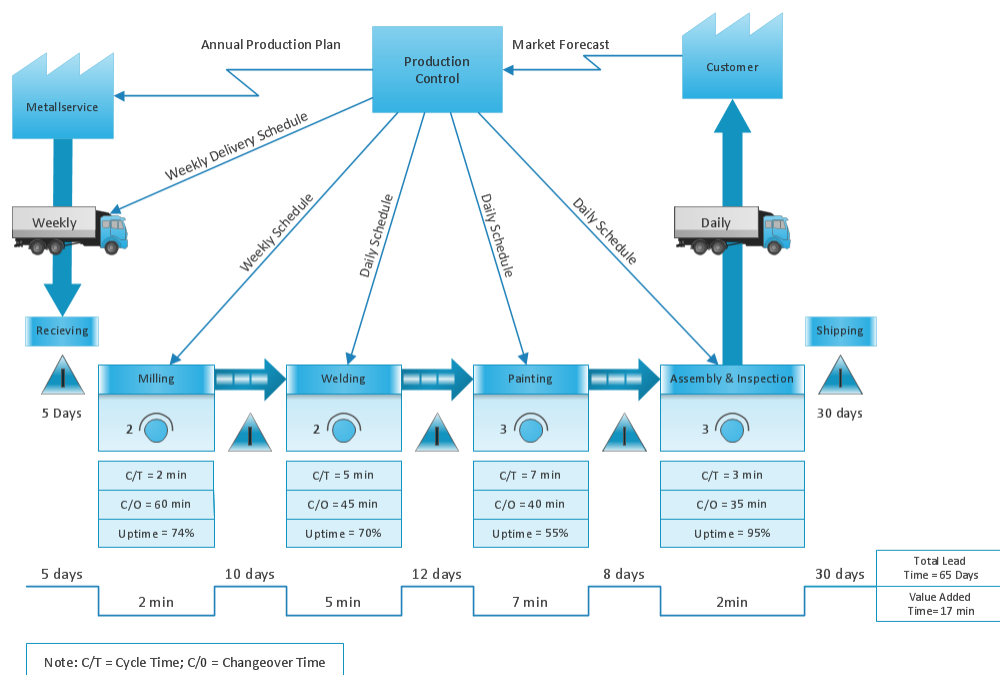
Om toch voorraden aan te houden tussen processen, bijvoorbeeld omdat grote variatie in producten ervoor zorgt dat niet ieder product op ieder moment geproduceerd kan worden, kan een supermarkt gebruikt worden. In deze supermarkt zijn componenten of producten direct beschikbaar. Wordt er een product weggenomen uit de supermarkt, krijgt het voorgaande proces een signaal dat er geproduceerd kan worden. In het geval dat ieder proces een supermarkt heeft, kan er gesproken worden van een “Supermarket pull systeem”. In een dergelijk systeem is ieder onderdeel nodig voor een volgend proces altijd beschikbaar voor de processen en wordt er alleen geproduceerd wanneer dat nodig is; er zijn dus weinig tot geen afgemaakte producten op voorraad.

Samenwerking met klant en leverancier is zeer belangrijk voor het realiseren van minder voorraden alsmede de afstemming met de klant. Door de beperkte voorraad is het zeer lastig om te reageren op onaangekondigde verstoringen in de logistieke keten.

2.5 Value Stream Mapping

Value Stream Mapping (“Waardestroomkaart”, wordt verder aan gerefereerd als “VSM”) is ontwikkeld door Rother & Shook (1999) om de materiaal en informatiestromen binnen Toyota in kaart te brengen. Wanneer de materiaal en informatiestromen in kaart zijn gebracht, kunnen verspillingen in het proces worden geïdentificeerd.

VSM kan voor meerdere lagen binnen een bedrijf gebruikt worden. Zo kan een VSM opgesteld worden van tot deur tot deur voor een bedrijf of voor een specifiek proces. Om waste goed te kunnen identificeren, is het beter een VSM op te stellen voor een specifiek proces doordat het proces gedetailleerd wordt weergegeven.



Figuur 2: Voorbeeld van een Value Stream Map. Geraadpleegd van: <http://lean-wiki.nl/toolbox/value-stream-mapping-management-visualiseert-de-plan-voor-lean-transformatie/>

In het bovenstaand voorbeeld is een VSM te zien voor een productiebedrijf. De tabellen geven de specificaties aan van iedere stap binnen het productieproces, zoals de cyclus-tijd en het percentage inbedrijfstelling. De fabriekstekens geven respectievelijk de leverancier en de klant aan. Bij het opstellen van een VSM voor een specifiek proces, kan de leverancier een voorgaand proces zijn en de klant een opvolgend proces zijn.

Een normale, dunne pijl geeft een informatiestroom aan en een gebroken pijl geeft een elektronische informatiestroom aan. Tussen iedere processtap wordt aangegeven of er een (gecontroleerde) buffer aanwezig is. Als laatste wordt onderaan de tijd per proces weergegeven voor een enkel product.

De tijden aan de onderkant van de figuur geven de totale tijd weer dat een product in iedere processtap verblijft.

Een voorbeeld van waste in het bovenstaande proces, is de relatief lange buffertijd tussen de stappen in het proces (12 dagen tussen “Welding” en “Painting”). Om zeker te weten dat het om een verspilling gaat, is het belangrijk om extra onderzoek te doen naar mogelijke oorzaken of redenen voor de lange buffertijd.

Uit een VSM kan opgemaakt worden hoe groot het percentage van de activiteiten is dat daadwerkelijk waarde toevoegt ofwel de activiteiten waarmee daadwerkelijk geld verdiend wordt. Het verhogen van dit percentage zorgt voor een verhoging van de efficiëntie.

De volgend formule kan gebruikt worden voor het bepalen van het percentage waarde toevoegende activiteiten:

$$\% \text{ Toegevoegde Waarde} = \frac{\text{Totale Toegevoegde Waarde Tijd}}{\text{Totale doorlooptijd}}$$

Bij deze formule geldt dat de totale doorlooptijd de totale tijd is van start tot einde van het proces of de tijd tussen de order van een klant en het daadwerkelijk leveren van een product.

Een nadeel aan het gebruiken van deze formule is het feit dat een vermindering van de benodigde tijd voor een processtap niet terug te zien is in het percentage toegevoegde waarde; de verhouding blijft hetzelfde. Om deze reden is een Value Stream Map vooral nuttig om verspillingen te identificeren in de tussen de processtappen alsmede in de volgorde van de processtappen. Binnen de Lean filosofie zijn andere tools aanwezig om verspillingen binnen processtappen in kaart te brengen.

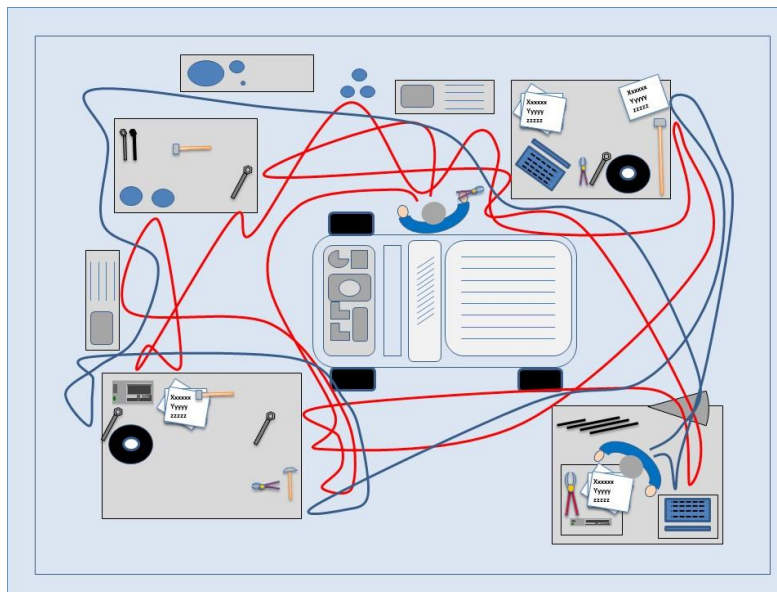
Een tweede punt dat men kan concluderen uit een VSM, is of alle processtappen naar “Takt-tijd” produceren. Takt-tijd is de tijd die beschikbaar is om een order of product gereed te maken. De takt-tijd wordt afgeleid van de hoeveelheid orders die een klant per tijdseenheid wil ontvangen. In het geval een van de processtappen meer vraagt dan deze tijd, kan het proces niet leveren wat de klant wil ontvangen. Een bedrijf moet zich focussen op deze processtap die gezien kan worden als de flessenhals in het gehele proces. Door het verminderen van de cyclustijd van deze flessenhals kan een situatie worden bereikt waarin iedere processtap een cyclustijd heeft gelijk aan of minder dan de benodigde takt-tijd.

Het opstellen van een VSM wordt gedaan door naar de “Gemba” ²(Een Japans woord voor “de echte locatie”, gebruikt om de werkvloer aan te duiden binnen Lean) te gaan en het proces nauwkeurig in kaart te brengen. Een VSM opstellen vanuit bestaande procedures levert in de meeste gevallen geen nauwkeurige VSM op, omdat werknemers van procedures kunnen afwijken en/of procedures veel veranderen. Dit maakt het belangrijk om processen te observeren dan wel te meten om de Value Stream Map een nauwkeurige weergave te laten zijn van het proces.

Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen twee soorten VSM's. Ten eerste is er de Current State VSM, die de huidige situatie in kaart brengt. Ten tweede is er de Future State VSM, waarin verbeteringen zijn opgenomen in het proces. Een Lean-project wordt vaak gestart met het creëren van een Current State VSM waarna de verschillende analysetools van Lean worden gebruikt om tot een Future State VSM te komen. De oplossingen benodigd voor het behalen van de Future-State VSM worden daarna geïmplementeerd.

2.6 Spaghetti Diagram

Een Spaghetti Diagram is een speciale tool die wordt gebruikt om meerdere soorten waste op de werkvloer te identificeren. Met een Spaghetti Diagram worden de bewegingen van een product, werknemer of gereedschap in kaart gebracht.



Figuur 3: Voorbeeld Spaghetti Diagram. Geraadpleegd van: <https://www.latestquality.com/spaghetti-diagram/>

Bovenstaande afbeelding is een voorbeeld van een Spaghetti Diagram. De rode lijn geeft de beweging van het product dat bewerkt wordt, de blauwe lijn geeft de beweging van de werknemer aan.

De Spaghetti Diagram geeft inzicht in eventuele chaos die er aanwezig is in het proces. Vanuit een Spaghetti Diagram kan stap voor stap een nieuwe opstelling gecreëerd worden, waarbij een logischere

² <https://en.wikipedia.org/wiki/Gemba>

stroom binnen het proces ontstaat. Hierdoor kan de tijd dat een werknemer of product kwijt is aan het verplaatsen, worden verminderd wat een directe tijdswinst oplevert.

Het combineren van het gebruik van een VSM en een Spaghetti Diagram kan inzicht geven in de discrepanties tussen bewegingen binnen het proces en de benodigde stappen volgens de bijbehorende VSM van het proces.

2.7 Lean op de werkvloer (5S)

De filosofie van Lean kan ook toegepast worden op de werkvloer. De leidende theorie hierin is de 5S methode. De 5S methode houdt zich bezig met het realiseren van een georganiseerde werkomgeving. De 5S methode bestaat uit vijf stappen: Sorteren, Schikken, Schoonmaken, Standaardiseren & Standhouden (Vanuit het Japans vertaald Seir, Seiton, Seiso, Seiketsu & Shitsuke). De 5S methode is erop gericht om waste te identificeren en te borgen dat waste niet meer terugkeert in de toekomst. Een diepgaande implementatie van 5S door de hele organisatie kan leiden tot vele voordelen zoals: meer veiligheid, betere productkwaliteit, meer ruimte en werkomgeving die meer voldoening geeft. Liker (2004) beschrijft in zijn boek “The Toyota Way” 5S als meer dan alleen maar het net houden van de werkvloer, maar juist een “flow” te creëren door de processen.

Door de sterke focus van 5S op visualisatie, wordt 5S ook wel visueel management genoemd. Met het visueel maken wordt bedoeld dat alle plaatsen van gereedschap en materialen visueel worden aangegeven. Er zijn bijvoorbeeld speciale vlakken waar een heftruck wordt gestald of een gereedschapsbord waarop de omtrekken van het gereedschap zijn afgebeeld om het terughangen te vergemakkelijken en fouten te voorkomen. Dit komt voort uit de gedachte dat mensen primair visueel zijn ingesteld.

Om te zorgen dat 5S geen eenmalige actie op de werkvloer is maar een terugkerend fenomeen, zijn werkinstructies en korte bijeenkomsten met teams een noodzaak (Standhouden). Deze korte besprekingen zijn bedoeld om de 5S status van een afdeling te bespreken en verbeterpunten te identificeren. De laatste s, Standhouden, wordt vaak gerealiseerd door 5S audits waarin eventuele afwijkingen geconstateerd kunnen worden.

Samenvattend kan 5S gezien worden als een verzamelnaam voor verschillende technieken die zorgen voor een opgeruimde en gestandaardiseerde werkomgeving waar “Waste” zichtbaar is en “Flow” aanwezig is.

2.8 Productiviteit van een proces

De prestatie van een proces of bedrijf kan op verschillende manieren gemeten worden.

Ten eerste is er effectiviteit. Effectiviteit kan men zien als de werkelijke output van een proces gedeeld door de norm output die gehaald kan of moet worden. Met output wordt alles bedoeld wat een proces produceert, bijvoorbeeld producten.

Ten tweede is er efficiëntie. Efficiëntie kan men zien als de verhouding van de nodige resources tegen de gebruikte resources. Worden er dus meer resources gebruikt dan nodig is voor het proces, is de productiviteit altijd minder dan 100%. Een voorbeeld van resources kan zijn tijd en geld, maar het kunnen ook materialen of loonuren zijn.

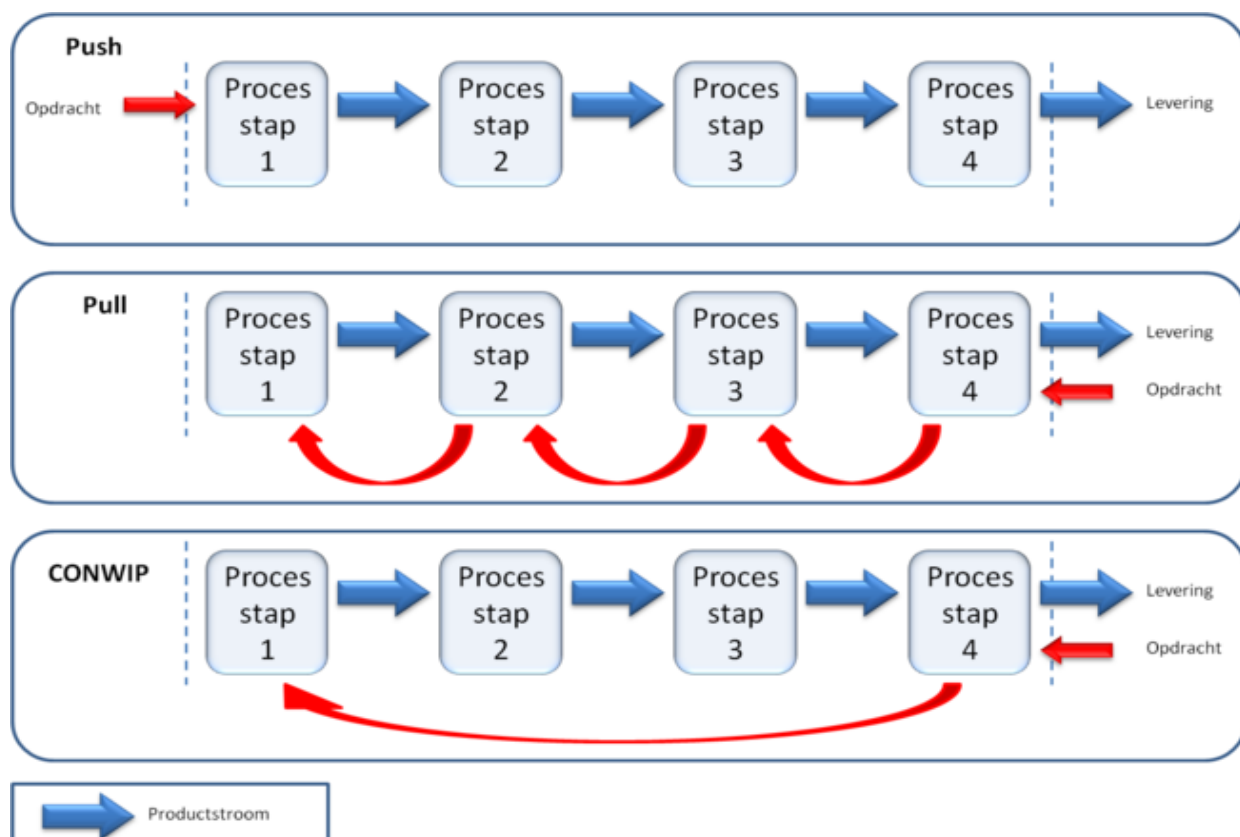
Efficiëntie keer effectiviteit bepalen de totale productiviteit van een proces³. De productiviteit is in deze vorm een weerspiegeling van het gebruik van resources en de hoeveelheid die gebruikt wordt.

Mocht er voor een proces minder tijd, geld of materiaal benodigd zijn voor het produceren van dezelfde hoeveelheid, betekent dat een verbetering in efficiëntie. Voldoet een proces beter aan de vraag van de klanten betekent dat een verbetering in effectiviteit.

2.9 Alternatieve theorie: CONWIP

Spearman & Hopp hebben een alternatieve theorie ontwikkeld voor pull-productie, CONWIP (Constant work in process). CONWIP verschilt met Pull-productie op een aantal vlakken. Het basisidee van CONWIP is dat, bij een simpele implementatie, fysieke kaarten of containers zorgen voor een constante hoeveelheid WIP. Bijvoorbeeld: een pallet krijgt een kaart mee wanneer deze het systeem in gaat. De kaart kan pas weer van de pallet gehaald worden wanneer deze het systeem verlaat. Door het aantal beschikbare kaarten te beperken, kan de hoeveelheid WIP gecontroleerd worden.

Een groot verschil met pull-productie is hierin dat in een pull-proces iedere processtap de voorgaande informeert d.m.v. kanbankaarten. Echter is dit niet in iedere situatie ideaal, bijvoorbeeld door relatief lange cyclustijden bij een proces of parallelle processen. Daarnaast bevat een kanbankaart een specifieke order voor een product, waar een CONWIP alleen staat voor één productie-opdracht ongeacht het soort opdracht.



Figuur 4: Vergelijking Push-, Pull- en Conwip-proces. Geraadpleegd van: <https://nl.wikipedia.org/wiki/CONWIP>

³ Theisens H. (2016)

Door de controle op de WIP van het proces, kan CONWIP gezien worden als een hybride-vorm tussen Push- en Pullproductie.

2.10 Samenvatting

In dit hoofdstuk is een inleiding gegeven op de Lean filosofie en de daarbij behorende tools en begrippen die gebruikt worden in het vervolg van het onderzoek zoals: Waste, Value Stream Mapping en Spaghetti Diagram. Daarnaast is besproken hoe de productiviteit van een proces bepaald kan worden. Als laatste is een alternatieve theorie, CONWIP, geïntroduceerd.

In het volgende hoofdstuk, onderzoeksmethodologie, zal de toepassing van de geïntroduceerde theorieën in het onderzoek verder toelichten.

3. Onderzoeksmethodologie

In dit hoofdstuk zal de onderzoeksmethodologie worden toegelicht.

3.1 Algemene Probleemaanpak

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van de Algemeen Bedrijfskundige Aanpak (Heerkens & van Winden, 2012). Omdat de ABP een relatief generieke probleem-oplossingsmethode is, kan deze ook toegepast worden op het huidige vraagstuk waarbij ook een ontwerp betrokken is.

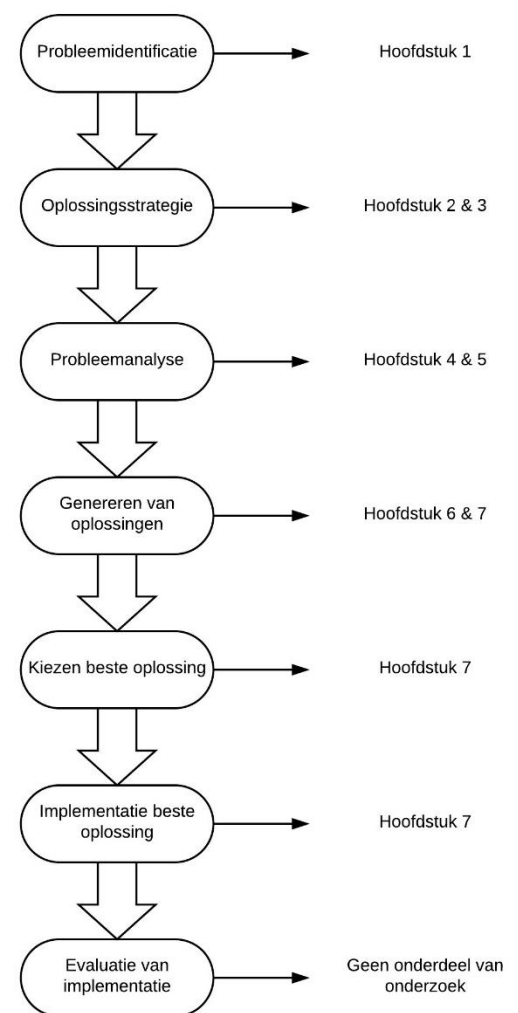
De zeven stappen van de Algemeen Bedrijfskundige aanpak zijn als volgt.

- De eerste fase bestaat uit het identificeren van het actieprobleem en het analyseren van de context rond het vraagstuk.
- De tweede fase bestaat uit het plannen van de oplossingsstrategie. Hier wordt bepaald welke stappen genomen moeten worden om het probleem of vraagstuk op te lossen.
- De derde fase bestaat uit het analyseren van het probleem. Kennisvragen en onderzoeksmethodes worden hier bepaald. In deze fase wordt ook de benodigde kennis verzameld.
- De vierde fase bestaat uit het genereren van oplossingen voor het vraagstuk/probleem. In het huidige onderzoek wordt het ontwerp ook een vraagstuk/probleem dat wordt geïntroduceerd in dit hoofdstuk.
- De vijfde fase bestaat uit het kiezen van de beste oplossing.
- De zesde fase is het implementeren van de beste oplossing.
- De zevende fase is de evaluatie van de implementatie van de oplossing.

De onderzoeksfases zijn gekoppeld aan hoofdstukken in het onderzoek. De implementatie van de oplossing zal zich beperken tot een advies door de tijdsbeperking van het onderzoek. Daarnaast zal de laatste fase, evaluatie van de implementatie, in zijn geheel niet worden meegenomen vanwege de tijdsbeperking van het onderzoek.

De eerste fase van de ABP is besproken in hoofdstuk 1. Hoofdstuk 2 biedt een oplossingsstrategie en theoretisch kader waarin het onderzoek uitgevoerd worden.

In het vervolg van dit hoofdstuk zullen de onderzoeksvragen toegelicht worden behorend tot de derde fase van de ABP. Figuur 5 geeft de verschillende onderzoeksfases weer gekoppeld aan de hoofdstukken van dit verslag.

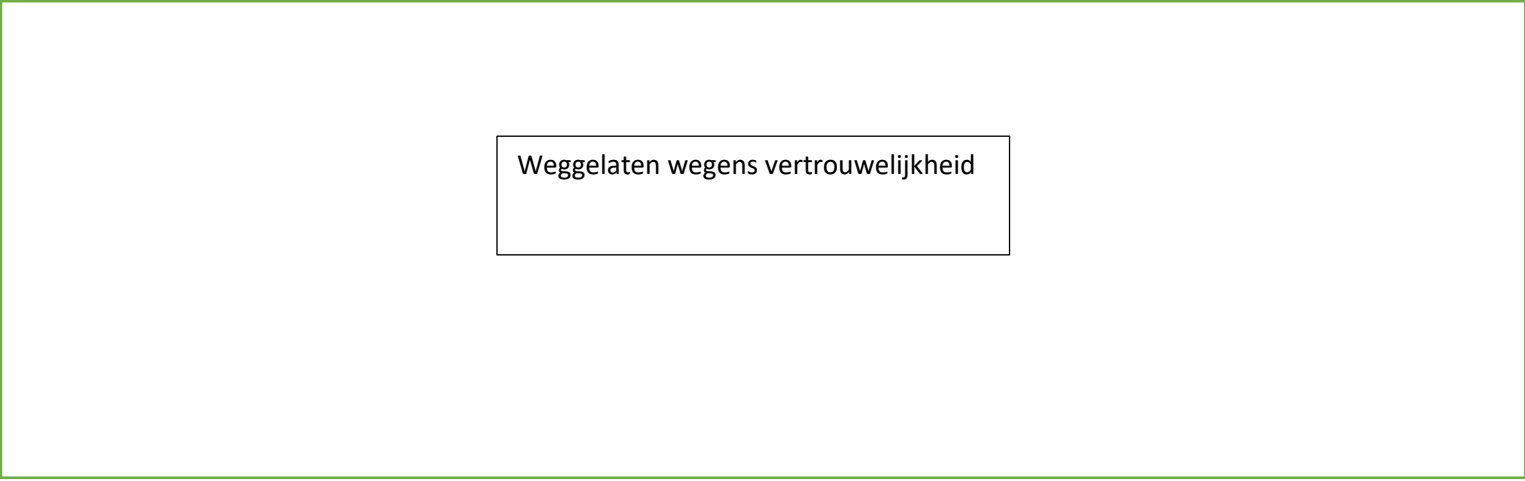


Figuur 5: Probleemaanpak gekoppeld aan de hoofdstukken binnen het onderzoek

3.2 Afbakening

In overleg met de opdrachtgever is de afbakening van het onderzoek bepaald alsmede de te onderzoeken factoren die de efficiëntie van het proces beïnvloeden.

Figuur 6 geeft de processtappen weer alsmede de factoren die onderzocht worden voor iedere processtap. De afvalverwerking is meegenomen omdat er veel afval ontstaat in het kittingproces.



Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Figuur 6: Flowchart van het kittingproces met onderzoeksfactoren

De buffers tussen de processen worden ook meegenomen in het onderzoek. De pijl verwijst in Figuur 6 naar de op dit moment geïdentificeerde buffer in het proces.

De processtap assemblage/herverpakken wordt op zichzelf niet onderzocht. Het bedrijf heeft deze processtap al, naar haar mening, zeer ver geoptimaliseerd. Daarnaast wil men, omdat het handmatig werk is, de werknemers bij deze processtap niet te veel belasten. Deze twee factoren hebben ertoe geleid dat deze processtap niet in detail wordt onderzocht.

3.3 Onderzoeksvragen

Op basis van de hoofdvraag, de ABP, de eerder toegelichte theorie en de te onderzoeken factoren overeengekomen met het bedrijf zijn de volgende deelvragen opgesteld.

- **Analyse van het huidige proces**

Voor de analyse van het proces zal gebruik worden gemaakt van Value Stream Mapping en de Spaghetti Diagram. Daarnaast worden de afstanden naar/van het warehouse nader bekeken door middel van een model dat afstanden binnen het warehouse in kaart brengt. Als laatste zal de buffer in het huidige proces bekeken worden.

De volgende deelvragen zijn gedefinieerd:

- *Hoe ziet de waardestream van het huidige proces eruit?*

Het proces wordt in kaart gebracht d.m.v. een Value Stream Map. Hiervoor worden de cyclustijden van ieder proces gemeten waar mogelijk. De VSM maakt het mogelijk om verschillende soorten waste te identificeren in het proces.

-
- *Wat zijn de gemiddelde afstanden van het warehouse naar het kittingproces in de huidige situatie?*

Voor de gemiddelde afstanden in het warehouse wordt data gebruikt uit het interne systeem van het bedrijf. De data wordt verwerkt in een model waaruit de afstanden bepaald kunnen worden.

- *Wat is de huidige fysieke opstelling van het kittingproces?*

De huidige fysieke opstelling wordt in kaart gebracht d.m.v. van het opmeten van de ruimte en de objecten alsmede door observatie.

- *Hoe zien de interne looppaden in het proces eruit?*

De interne looppaden worden in kaart gebracht d.m.v. een Spaghetti Diagram zoals toegelicht in hoofdstuk 2.6. De Spaghetti-Diagram maakt het mogelijk om eventuele “waste” veroorzaakt door het lopen binnen het proces te identificeren.

- *Wat is de strategie en bezettingsgraad van de buffer tussen de processtappen ‘Voorbereiden pallet & Pallet klaarmaken voor kitting’ in het proces?*

Interne data uit het systeem wordt gebruikt om de buffer in kaart te brengen. Daarnaast zullen gesprekken worden gevoerd met de verantwoordelijke personen van de buffer.

- **Analyse van de verplaatsing van het proces**

Omdat het bedrijf het proces wil verplaatsen, wordt er ook gekeken naar de gevolgen van deze verplaatsing op het proces alsmede de kosten die hieraan verbonden zijn. De gegevens zullen verzameld worden aan de hand van gesprekken met de verantwoordelijke personen en observatie.

De volgende deelvragen zijn gedefinieerd:

- *Waar bevindt zich de nieuwe locatie van het proces binnen het gebouw?*

De nieuwe locatie van het kittingproces wordt in kaart gebracht.

- *Wat is de gemiddelde afstand van warehouse naar het kittingproces op de nieuwe locatie?*

Voor het in kaart brengen van de gemiddelde afstand vanaf de nieuwe locatie wordt dezelfde methodologie als bij de deelvraag “Wat zijn de gemiddelde afstanden van het warehouse naar het kittingproces” in de vorige deelvraag, gebruikt.

- *Welke andere operationele consequenties heeft de verplaatsing op het proces?*

Door informele gesprekken te voeren, alsmede de nieuwe locatie in kaart te brengen, kunnen de operationele consequenties van de verplaatsing verzameld worden.

- *Wat zijn de financiële consequenties van het verplaatsen van het kittingproces (wat worden de kosten op de nieuwe locatie)?*

Voor het beantwoorden van deze deelvraag wordt interne data van het bedrijf gebruikt alsmede resultaten van de voorgaande deelvragen.

- **Vereisten voor het optimale ontwerp van het proces**

De afmetingen van de oude en nieuwe locatie verschillen. Om rekening te houden met deze verschillen in het nieuwe ontwerp is het belangrijk deze in kaart te brengen. Daarnaast moet er rekening worden gehouden met veiligheid rond de werknemers door bijvoorbeeld te zorgen voor genoeg ruimte rond de werkplekken.

De volgende deelvragen zijn gedefinieerd:

- *Hoe moet er in de opstelling rekening gehouden worden met veiligheid?*

Om deze deelvraag te beantwoorden wordt informatie ingewonnen bij de medewerker verantwoordelijk voor het borgen van veiligheid.

- *Welke afmetingen moeten worden aangehouden voor de opstelling van het proces?*

Het bepalen van de afmetingen van wordt gedaan met een lasermeter en uitgetekend via een tekenprogramma op de computer.

3.4 Verzameling van data en analyse

Verskillende vormen van dataverzameling hebben plaatsgevonden binnen het onderzoek.

Voor de benodigde kwalitatieve data is voornamelijk gebruik gemaakt van de beschikbare kennis van werknemers binnen het bedrijf. Daarnaast is er voor het onderzoek meegelopen en meegewerkt in het proces om een duidelijk beeld te schetsen van het proces.

Voor de kwalitatieve informatie zijn verschillende methodes gebruikt, waarbij voor verschillende deelvragen andere methodes zijn gebruikt. In het verdere verloop van deze thesis zullen de methodes, waar nodig, verder worden toegelicht.

In het geval data-analyse benodigd was, is dit voornamelijk gedaan door het verwerken van data in de computer. Met behulp van een spreadsheetprogramma was het mogelijk om conclusies te trekken uit de data. In het geval dit is gebeurd, zal dit verder worden toegelicht bij de onderzoeksresultaten.

3.5 Probleemhebbers

De belangrijkste probleemhebber in het onderzoek is het management. Bij het management is een continue drang naar verbeteringen aanwezig en daarom zijn ze continu op zoek naar mogelijkheden om processen te verbeteren. Daarnaast is een besparing in kosten als gevolg van betere efficiëntie in het proces, een prestatieverbetering voor de gehele locatie en zorgt het voor extra winst.

De tweede probleemhebbers zijn de werknemers bij het kittingproces. De werknemers kunnen profiteren van eventuele verbeteringen in het proces door bijvoorbeeld verbeteringen in de werkomstandigheden of oplossingen die het werk makkelijker maken.

De derde probleemhebber is de klant. Door de sterke samenwerking met de klanten en eventueel betere efficiëntie, kan Bedrijf X de mogelijkheid krijgen om prijzen te verlagen voor de klant. Daarom is het belangrijk de klant als probleemhebber te identificeren.

3.6 Beperkingen van het onderzoek

De grootste beperking van het onderzoek is tijd. Voor het onderzoek is tien weken beschikbaar waarin alle werkzaamheden voltooid moeten worden. Hierdoor zullen belangrijke aandachtspunten voor de implementatie niet behandeld kunnen worden in het onderzoek.

Omdat Bedrijf X geen invloed heeft op de planning en voorraadbeheer, kunnen eventuele oplossingen waarin deze aspecten zijn meegenomen, lastig te implementeren zijn.

Een andere beperking is dat de relaties met andere afdelingen beperkt zijn meegenomen, hierdoor is het onduidelijk of verbeteringen te behalen zijn door aanpassingen aan andere processen. Echter kunnen wel aanbevelingen gedaan worden om relaties tussen afdelingen verder te onderzoeken.

3.7 Validiteit & Betrouwbaarheid

In het onderzoek zal gebruik gemaakt worden van verschillende onderzoeksmethodes, om de validiteit te waarborgen zal gebruik gemaakt worden van verschillende richtlijnen. Daarnaast is het belangrijk om eventuele (benodigde) aannames expliciet te vermelden.

In gesprekken met medewerkers moet rekening gehouden worden met het feit dat verschillende werknemers verschillende belangen hebben bij het onderzoek. Daarom moet informatie gewonnen van medewerkers, zowel kwantitatief als kwalitatief zorgvuldig worden behandeld en worden beoordeeld. Op het moment dat er werd getwijfeld aan de validiteit van informatie is geprobeerd meerdere bronnen aan te spreken om de kwaliteit van de informatie te waarborgen.

Om de betrouwbaarheid van onderzoeksmethodes te waarborgen is bij de metingen zoveel mogelijk gebruik gemaakt van meerdere meetmomenten en een voldoende aantal meetpunten om betrouwbare conclusies te kunnen trekken.

4. Analyse huidige proces

Dit hoofdstuk geeft antwoord op de deelvragen die vallen onder de analyse van het huidige proces.

4.1 Hoe ziet de waardestream van het huidige proces eruit?

Het kittingproces is in kaart gebracht aan de hand van een Value Stream Map. Een vergrootte versie van de Value Stream Map is te vinden in Bijlage I.

De cyclustijden voor iedere processtap zijn bepaald voor één pallet in het proces. Hiervoor is gekozen omdat een pallet de drager is die hoofdzakelijk door het proces beweegt. Zo gebeurt het picken en put-away van/naar het magazijn altijd per pallet. De cyclustijden zijn bepaald door verschillende steekproeven te nemen.

Omdat de activiteiten bij de processtappen “Uitzetten kittingorders” & “Assemblage product/verpakking” parallel plaatsvinden, is het verkrijgen en meten van een accurate cyclustijd zeer lastig.

Voor de cyclustijd van de processtap “Kitting” is daarom gekozen een gewogen gemiddelde van de tijd per pallet te gebruiken. Hiervoor is orderdata uit het Warehouse Management System gebruikt van de laatste 6 maanden en is iedere cyclustijd gewogen aan het percentage op de totale orders. De kitproducten met de hoogste orderfrequentie wegen hierdoor het zwaarste mee in het gemiddelde.



Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Figuur 7: Current State VSM

Een indicator van de efficiëntie van het proces is de waarde toevoegende tijd zoals besproken in hoofdstuk 2.5. Het percentage waarde toevoegende activiteit in het huidige proces is:

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid
--

Een aspect waar de Value Stream Map geen rekening mee houdt is het feit dat de pallets in de huidige situatie aan het einde van de dag worden neergezet door bulkrijders (Processtap “Picken order”) waarna het proces de volgende ochtend vervolgd wordt. Deze tijd wordt niet meegenomen in de totale tijd, aangezien het bedrijf op dat moment gesloten is.

Het verstrekken van informatie aan iedere processtap wordt gezien als een ondersteunde activiteit. De informatie van de administratie bevat onder andere de planning en de opdrachten voor de bulkrijders om pallets te verplaatsen. Deze activiteiten zijn nodig om het proces te laten draaien, maar voegen geen verdere waarde toe aan de producten. Deze administratieve processen worden weergegeven door de informatiestromen van en naar de “admin”. Voor het kittingproces geldt dat de administrator ook de supervisor van het proces is.

De opgestelde VSM geeft inzicht in de invloed van de aanwezige buffers op de doorlooptijd. De eerste buffer (4.5 uur) ontstaat doordat alle pallets ’s ochtends klaar worden gezet bij het proces.

Een tweede buffer van 10 minuten ontstaat doordat bulkrijders, nadat ze een signaal hebben gekregen dat er één of meerdere pallets gereed staan bij het kittingproces, niet direct bij het kittingproces zijn omdat zij andere taken eerst moeten afronden. Echter kan een bulkrijder na het krijgen van een signaal nooit direct bij het kittingproces aanwezig zijn doordat een bulkrijder zich voornamelijk in het magazijn bevindt.

4.2 Rijafstanden van en naar het magazijn vanaf de kittingafdeling

Zoals eerder beschreven kan het verminderen van een cyclustijd ervoor zorgen dat de doorlooptijd verminderd wordt en daarnaast minder tijd benodigd is om de opdracht uit te voeren waardoor er in theorie meer opdrachten voltooid kunnen worden. Dit geldt ook voor de twee stappen “Picken order” & “Put-away” van het kittingproces.

De afstand die bulkrijders moeten afleggen om vanaf het magazijn naar het kittingproces en andersom afleggen, is een van de factoren die de benodigde tijd voor een pick-opdracht of put-away opdracht bepaald. De tweede factor is het plaatsen en neerzetten van de pallet in de racking van het magazijn. Het plaatsen en neerzetten wordt niet beïnvloed door de afstand waardoor hier gemakkelijk een vast gemiddelde voor gebruikt kan worden.

De afstand die een bulkrijder moet afleggen kan bepaald worden door de opdrachten en afgelegde routes te modelleren. Modelleren is in dit geval een snellere methode om de afstanden te bepalen dan metingen verrichten. Daarnaast biedt een model de mogelijkheid om een grote hoeveelheid historische data te gebruiken.

Voor het onderzoek is het model opgebouwd rond de beschikbare data van de verplaatsingen binnen het magazijn. Het centrale systeem dat het magazijn beheert, ook wel WMS (Warehouse Management System) genoemd, verstuurt opdrachten en slaat deze op. Iedere verplaatsingsopdracht bevat een

herkomstlocatie en een doellocatie. Een bulkrijder weet hierdoor waar hij een pallet moet halen en waar hij deze moet brengen binnen het magazijn.

De herkomstlocatie wordt weergegeven in een code waarin de gang, sectie en verdieping van de pallet wordt weergegeven. Dit geldt ook voor de doellocatie. De afdeling kitting wordt weergegeven als “kitting” bij de locatie.

De indeling van het warehouse wordt weergegeven in Figuur 8. De indeling van het warehouse zorgt ervoor dat de Manhattan-afstand⁴ van punt naar punt kan worden gebruikt. Deze manier van afstand meten is afgeleid van het stratenpatroon in Manhattan. Een voordeel van de indeling is dat een bulkrijder altijd de optimale route aflegt, behalve als hij zich verder van de doellocatie beweegt. Doordat er voldoende ruimte is voor het keren van de bulkrijder in de gangen is het altijd mogelijk om de optimale route te nemen.



Figuur 8: Indeling warehouse

De Manhattan-afstand zorgt ervoor dat er twee afstanden te onderscheiden zijn binnen het magazijn:

- Van noord naar zuid of andersom: Deze kan gemeten worden door te bepalen hoeveel secties een bulkrijder passeert tijdens het rijden van de herkomstlocatie naar de doellocatie.
- Van west naar oost of andersom: Deze afstand kan gemeten worden door te bepalen hoeveel gangen een bulkrijder passeert

⁴ <https://nl.wikipedia.org/wiki/Manhattan-metriek>

Om het model te versimpelen wordt gebruik gemaakt van een ijkpunt bij het einde van de stellingen in het magazijn. Deze is aangegeven met een groene stip in Figuur 8. Het gebruik van een ijkpunt is mogelijk doordat vanaf dit punt de afstand altijd gelijk is naar het proces. Hierdoor is het niet nodig om deze afstand te modelleren. Vanaf het ijkpunt is een gemiddelde afstand naar het kittingproces bepaald. Het model rekent de totale afstand daarom uit als $\text{Herkomstlocatie} - \text{ijkpunt} + \text{ijkpunt} - \text{kitting}$. Als input voor het model is het sectienummer + gangnummer van het ijkpunt gebruikt.

Naast de afstand van het ijkpunt naar de kitafdeling zijn ook de afstanden tussen de gangen en de secties bepaald, zoals te zien in Tabel 1: Input model

Afstand tussen gangen	5.5m
Afstand tussen sectie	2.7m
Ijkpunt naar kitting	30.0m

Een screenshot van het model alsmede de gebruikte data is te vinden in Bijlage II.

In Figuur 9 wordt de meetmethode van het model verder verduidelijkt.



Figuur 9: Meetmethode model

Voor het model zijn twee datasets gebruikt. Eén dataset met alle bewegingen van en naar de kittingafdeling in november 2017 en een dataset met de bewegingen van en naar de kittingafdeling in maart 2018. Er is voor deze datasets gekozen door de snelle beschikbaarheid van de data.

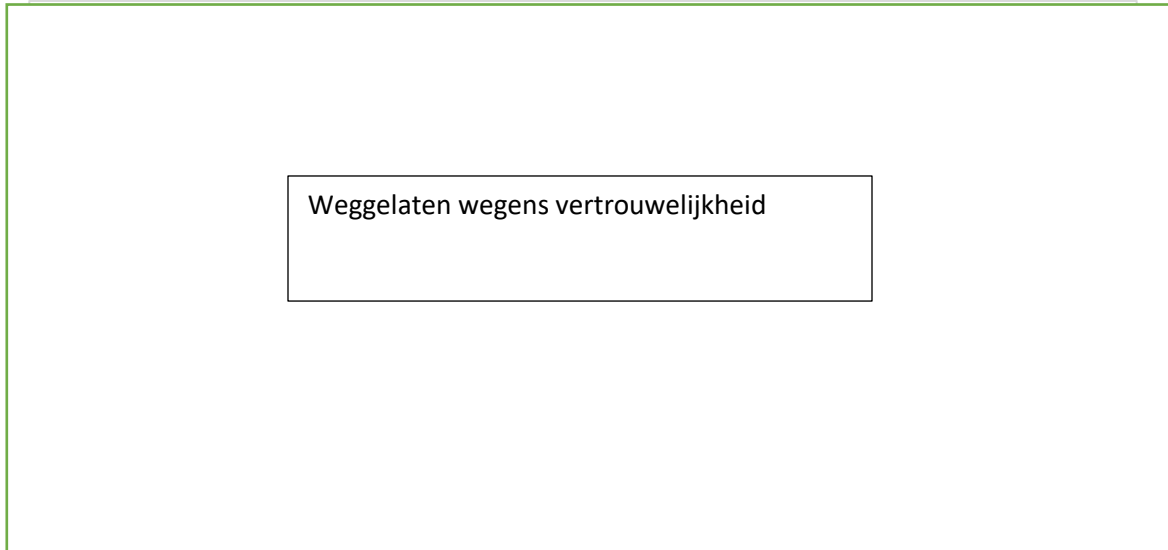
Het invoeren van deze data in het model geeft de volgende resultaten:

	November 2017	Maart 2018
Totaal afgelegde afstand	229093.6 meter	198863 meter
Gemiddelde afstand afgelegd per pallet	95,06 meter	109,41 meter

Tabel 2: Afstanden huidige locatie

De totaal afgelegde afstand wordt bepaald door alle individuele afstanden van pallets aanwezig in de data op te tellen. De gemiddelde afstand wordt berekend door dit getal te delen door het aantal bewegingen. Duidelijk is dat er in de gemiddelde afstand een verschil bestaat tussen de twee datasets.

Een oorzaak van de afwijking tussen beide datasets is de plaatsing van de pallets in het warehouse. De plaatsing van de pallets vanuit het proces van inkomende goederen, gebeurt op basis van artikelsoort. Het Warehouse Management System zoekt naar een palletplaats in het warehouse op de lijn van het



Figuur 10: Verschil locaties november 2017 & 2018

bijbehorende verpakkingsproces, dat zich vanuit Figuur 9 gezien onder het magazijn bevindt. Vanuit de meest rechts georiënteerde gang behorend tot het artikel, zoekt het systeem links van deze gang naar een vrije palletplaats in een van de gangen. Omdat het kittingproces te maken heeft met meerdere soorten producten, kunnen de pallets van praktisch iedere plek in het warehouse vandaan komen met uitzondering van de locaties die specifiek zijn bedoeld voor producten die geen kitting behoeven.

Een gevolg van deze plaatsingsstrategie is dat er een zekere mate van willekeur aanwezig is, de plaatsing is namelijk afhankelijk van vele factoren zoals productsoort en bezetting van het magazijn. Daarnaast heeft het bedrijf geen invloed op de artikelen die binnenkomen of gekit moeten worden en wordt er geen rekening gehouden met het soort product.

Het relatief hoge percentage van de gangen 10 & 11 kan verklaard worden door de grijpproducten die in deze gangen zijn opgeslagen. Deze producten zijn alleen nodig voor het kittingproces en zijn daarom dichtbij het proces geplaatst.

Figuur 10 bevestigt daarnaast de eerdere constatering dat de plaatsingsstrategie ervoor zorgt dat pallets worden opgeslagen op nadelige locaties t.o.v. het kittingproces. De (inkomende) pallets worden opgeslagen in gangen die zeer ver van het proces afliggen, waardoor rijafstanden naar het kittingproces toenemen.

Samengevat kan er gesproken worden van "Transport Waste" bij de het aan- en afrijden van pallets naar het kittingproces door de grote afstand die moet worden afgelegd binnen het magazijn veroorzaakt door de plaatsingsstrategie van pallets binnen het magazijn.

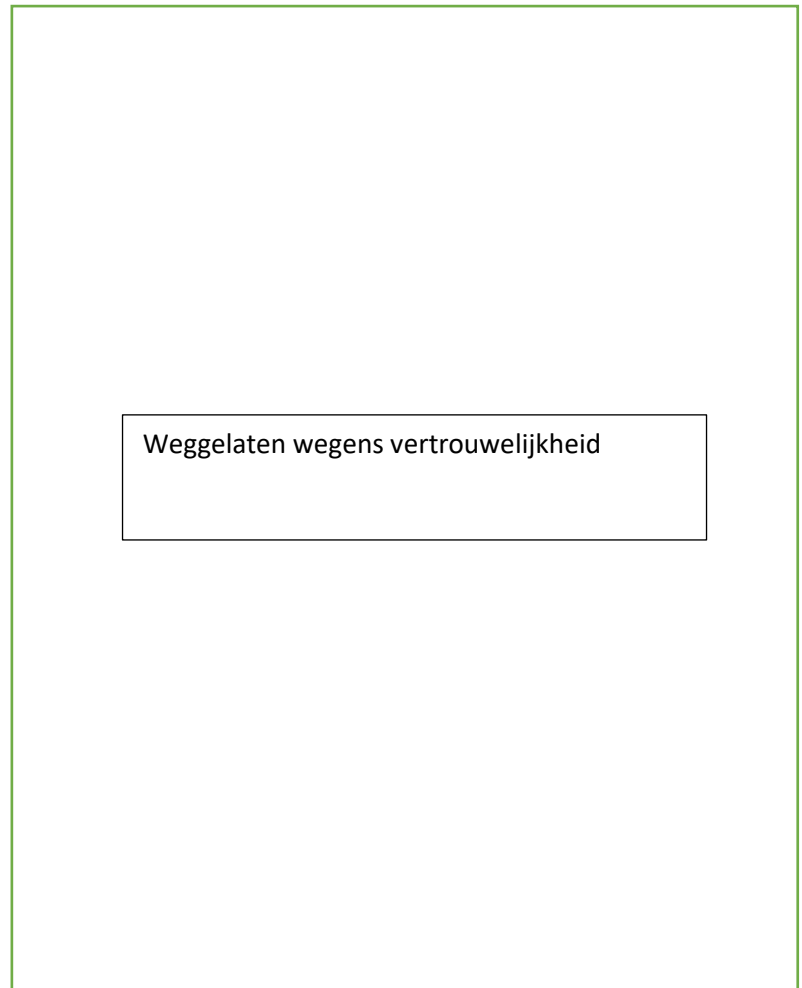
4.3 Huidige fysieke opstelling

De opstelling van de huidige opstelling van het kittingproces is te zien in Figuur 11. In het wit worden de werktafels weergegeven van de werknemers. De afvalbakken zijn gepositioneerd tussen de werktafels. Achter iedere werktafel is ruimte voor twee pallets, één voor het werk wat nog gedaan moet worden en één voor het werk dat gedaan is. De groene vlakken geven respectievelijk de uitgaande en inkomende buffer weer.

De ruimte voor de administratie biedt plaats aan de pc's voor de supervisor en waterspider alsmede de labelprinter. De pc voor de waterspider wordt gebruikt om de productiviteit van de werknemers te monitoren, waarna deze wordt getoond op een tv-scherm.

De volgende objecten en ruimtes hebben een plaats in de huidige fysieke opstelling:

- Werktafels
- Ruimte voor heftrucks, tijdelijke opslag pallets en afval.
- Tv's voor weergave productiviteit (Bij de ruimte administratie)
- Pc voor water spider (Administratie ruimte)
- Opslag kasten voor verbruiksmateriaal
- Afvalbakken (tussen werktafels: karton, één locatie voor verschillende soorten plastic)



Figuur 11: Huidige opstelling kittingproces. De werktafels (wit) bevatten ieder twee palletplaatsen (geel).

Interne looppaden

De interne looppaden worden in kaart gebracht om te analyseren of water spiders optimale routes afleggen binnen het proces en welke objecten vaak nodig zijn binnen het proces.

Om de interne looppaden in kaart te brengen, is gebruik gemaakt van een Spaghetti diagram. Het Spaghetti Diagram is toegelicht in hoofdstuk 2 onder "Spaghetti Diagram".

Voor het opstellen van het spaghetti diagram is gebruik gemaakt van een formulier met de opstelling van het huidige proces. Dit formulier is te vinden in Bijlage III. Het spaghetti diagram is opgesteld op basis van de waterspiders die aanwezig waren in het proces. Er is gekozen om het looppad van de

waterspider te volgen omdat deze bewegingen maakt binnen het proces. De kittingwerknemers hebben een vaste plek binnen het proces en de invloed van de opstelling op deze werknemers is daarom minimaal.

Om de betrouwbaarheid van het diagram te verbeteren is het belangrijk om een tijdspanne te gebruiken die lang genoeg is om patronen en onregelmatigheden op te kunnen merken. Hiervoor is gekozen om meerdere tijdsperiodes te nemen op meerdere dagen. Bij het opstellen van het diagram is steeds een tijdspanne van een half uur aangehouden.

Omdat lijnen weinig zeggen over de reden waarom een bepaalde route wordt afgelegd, zijn tijdens het observeren notities gemaakt. Deze notities zijn gemaakt op basis van de beschikbare kennis en overleg met de betreffende waterspider.

Wanneer het zeer druk is in het proces, wordt er gebruik gemaakt van twee waterspiders in het proces. Op het moment dat er twee waterspiders in het proces aanwezig waren, is gekozen om twee spaghetti diagrammen te maken, één voor iedere waterspider.

Door de minimale afstanden tussen de objecten, is het onmogelijk de routes te kwantificeren. Daarom is gekozen om alleen conclusies te trekken op basis van de routes en veelgebruikte objecten binnen het systeem. Deze kunnen gebruikt worden voor het ontwerp dat later geïntroduceerd zal worden.

Uit gemaakte diagrammen zijn de volgende conclusies te trekken:

- De waterspidertafel is het centrale punt waar de waterspider zijn/haar werk ontvangt en overziet. Daarnaast heeft de waterspider een computer bij de administratie. Dit is het tweede punt waar veel looproutes naartoe gaan.
- Voor artikelstickers moet de waterspider vaak langs de administratie; hier staat de labelprinter gepositioneerd. Daarnaast wordt de artikelsticker vaak pas toegevoegd nadat pallet is geplaatst bij kitter, hierdoor wordt extra gelopen van en naar de kitter.
- Het uitrijden van pallets vanuit de buffer gebeurt vanuit de zijde van de buffer van het rijpad. Hierdoor wordt omgereden om bij het proces te komen. Het extra rijden door de water spider kan geclassificeerd worden als een "motion waste".

4.4 Afvalstroom

Het verwerken van afval is de verantwoordelijkheid van één medewerker. Deze verzamelt het afval afkomstig van de kittingafdeling en verwerkt dit in de afvalruimte in het gebouw. Het voornaamste afval is karton, daarna plastic. Het plastic kan onderverdeeld worden in drie soorten; zwart, straps en blank/doorzichtig. Het volume van het afval verschilt per product, doordat ieder product verschillende verpakkingen bevat.

Het analyseren van de afvalstroom moet zichtbaar maken hoeveel tijd de medewerker kwijt is aan het verwerken van afval en de verbeterpunten in het verwerken van afval. Hiervoor zijn de gemiddelde tijden gemeten dat de werknemer bezig is met de verschillende stappen van het verwerken van afval.

De afvalmedewerker verwerkt gemiddeld per dag 10 keer het afval bij de kittinglocatie.

De resultaten van deze metingen zijn als volgt :

Rijden van kitting naar afvalverwerking of andersom	150 seconden
Benodigde tijd picken afvalbakken	270 seconden
Verwerken afval (verschillende hoeveelheden)	600 seconden
Gemiddelde tijd per dag voor het verwerken van afval (berekend)	8700 seconden (2 uur 25 minuten)

Tabel 3: Cyclustijden afvalstroom huidige locatie

Door de wisselende hoeveelheden en soorten afval, zit er veel variatie in de cyclustijden van het bepalen van afval. Echter bleek uit observatie van de verwerking van het afval dat het persen van plasticafval de grootste oorzaak is van de lange verwerkingstijd van afval. De pers voor het plasticafval heeft namelijk 10 minuten nodig om het plastic voldoende te persen. De medewerker gaf aan dat hij in de tussentijd van het persen, zich focust op het verwerken van ander afval zoals karton en plasticstraps.

4.5 Inkomende buffer in het huidige proces

In de Value Stream Map is geïdentificeerd dat de buffer de doorlooptijd negatief beïnvloed. Tijdens de start van het onderzoek is de buffer al geïdentificeerd en aangemerkt om verder te onderzoeken. Verder onderzoek naar de buffer is nodig om de oorzaak van het bestaan van de buffer en het huidige gebruik te analyseren. Daarnaast vereist de nieuwe locatie andere afmetingen, hier wordt verder op ingegaan in hoofdstukken 5 & 6.

In het huidige kittingproces wordt gebruik gemaakt van een buffer voor zowel inkomende als uitgaande pallets. De inkomende buffer heeft een grootte van +- 180m² en ruimte voor 105 palletplaatsen. Om het oppakken en neerzetten van pallets te vergemakkelijken wordt er tussen de rijen pallets ruimte overgehouden van ongeveer 25cm. De pallets zelf zijn standaard Euro-pallets, met een afmeting van 120 bij 80 centimeter. Onderstaande plattegrond geeft de huidige situatie bij de buffers weer.

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Iedere avond voor een werkdag worden de benodigde pallets voor het kittingproces klaargezet. De volgende ochtend worden de bijbehorende grijpproducten bij iedere pallet gezocht. Deze grijpproducten bestaan uit producten zoals handleidingen en kabels. De producten worden bovenop de pallets geplaatst om te zorgen dat alle producten in één keer bij de kitter terechtkomen als de waterspider begint met het plaatsen van pallets.

De hoeveelheid pallets varieert per dag. Om de huidige bezettingsgraad te analyseren, is data verzameld over het aantal pallets dat verwerkt is in november 2017.

Figuur 12: Buffers huidige locatie:

Een analyse van de data laat zien dat er een gemiddelde bezettingsgraad van 67% gehaald wordt voor de inkomende buffer. Omdat alle pallets op één moment worden neergezet, kan een situatie optreden waarin de buffer te klein is en er extra ruimte moet worden vrijgemaakt/gezocht op een andere plek in het warehouse. Binnen de dataset die is gebruikt voor de analyse, is de buffer op geen enkel moment te klein voor het aantal pallets dat er opgeslagen moet worden. Gemiddeld bevat de buffer 70 pallets, met een maximum van 97 pallets.

Geconstateerd kan worden dat er veel ruimte verloren gaat door het aanhouden van een buffer. Daarnaast wordt de buffer gebruikt om de pallets voor te bereiden voor het kitten zelf.

4.6 Conclusie

In dit hoofdstuk is de huidige situatie bij het kittingproces geanalyseerd. Er kunnen meerdere conclusies getrokken worden uit de opgedane kennis:

- De lange doorlooptijd wordt vooral veroorzaakt door het gebruik van de buffer voor processtap "Inkomende buffer". Deze buffer zorgt ervoor dat de doorlooptijd wordt verlengd met gemiddeld 4.5 uur.
- De plaatsingsstrategie van pallets in het magazijn is niet optimaal voor het proces. De pallets die gebruikt worden in het kittingproces worden willekeurig in het magazijn geplaatst. Hierdoor ontstaat een langere rij-afstand voor het picken en put-away van pallets.
- De interne looppaden van de waterspiders zijn geanalyseerd door middel van een Spaghetti Diagram. Hierbij zijn verschillende punten geconstateerd die veel gebruikt worden door de waterspiders. De belangrijkste punten zijn: de inkomende en uitgaande buffer, de tafel voor waterspiders, labelprinter en de pc.

-
- De buffer wordt uitgereden aan een zijde waar vanaf de afstand naar de verschillende locaties in het proces het langste is, hierdoor ontstaat hier 'waste' in de vorm van onnodige bewegingen en een extra afstand die wordt afgelegd.
 - De buffer wordt gebruikt voor het tijdelijk opslaan van pallets. De pallets staan op dit punt in het proces een aantal uren stil voordat ze gebruikt gaan worden in het proces. Het stilstaan van een pallet bij de buffer worden gezien als een 'waiting waste'. Het verkorten van de tijd dat een pallet stilstaat in de buffer kan de doorlooptijd van het gehele proces versnellen.
 - Om een overzicht te creëren van de verschillende soorten waste die zijn geconstateerd, worden deze weergegeven in onderstaande tabel:

Onderdeel proces	Soort waste
Buffer	"Waiting waste"
Plaatsingsstrategie pallets	"Transport waste"
Interne looppaden proces	"Motion waste"

5. Verplaatsing van het proces

De nieuwe locatie van het kittingproces brengt verschillende consequenties met zich mee. In het ontwerp van de nieuwe kittinglocatie moet rekening gehouden worden met de nieuwe locatie en de mogelijke consequenties die het nieuwe proces met zich mee brengt. Duidelijk is dat de afstand afgelegd naar het proces door de bulkrijders van grote invloed is op de benodigde tijd voor het picken en put-away. Naast de afstanden afgelegd door de bulkrijders, heeft de nieuwe locatie ook invloed op de afvalstroom en looptijd van de werknemers. Als laatste zal ook de vrijkomende ruimte op de oude locatie behandeld worden.

Belangrijk om te vermelden is dat in deze analyse de alleen wordt gekeken naar de verplaatsing van het kittingproces. Eventuele verplaatsingen van andere processen en de invloeden daarvan op het kittingproces zijn niet meegenomen.

5.1 Nieuwe locatie

In Figuur 13 wordt de nieuwe locatie van de kittingafdeling weergegeven. Deze plek is gekozen omdat men de supervisors van iedere afdeling op een centrale locatie wil plaatsen. Vanaf de nieuwe locatie is de afstand naar de andere processen kleiner en zou, volgens het bedrijf, de supervisie op werknemers ook deels kunnen worden opgevangen door supervisors van andere afdelingen ⁵ en zou de communicatie tussen de afdelingen worden versoepeld.



Figuur 13: Indeling van het magazijn met nieuwe locatie van de kittingafdeling.

⁵ Er staat op dit moment een vacature open voor een (extra) supervisor op de kittingafdeling. Bij het verplaatsen van de afdeling vervalt, volgens het bedrijf, de noodzaak voor deze extra supervisor. Hierdoor wordt 1 FTE bespaard door het verplaatsen van de kittingafdeling.

5.2 Wat is de gemiddelde afstand van het kittingproces naar de nieuwe locatie?

Om de afstanden die afgelegd worden door de bulkrijders in kaart te brengen, is gebruik gemaakt van hetzelfde model als in hoofdstuk 3. De inputfactoren die betrekking hebben tot de locatie, zijn veranderd naar de waarden van de nieuwe locatie (Tabel 4).

Opnieuw is gebruik gemaakt van een ijkpunt. Er is gebruik gemaakt van dezelfde verplaatsingsdata als in het model van in hoofdstuk 3 om de verandering in afstand te meten. Doordat dezelfde data wordt gebruikt, kan een vergelijking gemaakt worden tussen beide locaties.

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Tabel 4: Input model

De resultaten van het model zijn te vinden in onderstaande tabel.

	Weggelaten wegens vertrouwelijkheid
Gemiddelde rijafstand per opdracht	

Tabel 5: Gemiddelde afstand nieuwe & oude locatie

Tabel 5 laat zien dat de afstand naar de nieuwe locatie is gemiddeld 9.8 meter langer dan naar de oude locatie. Dit betekent dat er een toename is van 9.7% in gemiddelde afstand. Een oorzaak hiervan is de plaatsing van de grijpartikelen, de artikelen die worden toegevoegd aan de hoofdproducten. Deze zijn zo dicht mogelijk bij het huidige proces geplaatst. Aangezien de nieuwe locatie zich bevindt in een andere hoek van het magazijn, is de afstand afgelegd voor deze grijpartikelen een meervoud van wat het eerder was.

Daarnaast is uit observatie van de snelste route gebleken dat er geen veilige route bestaat voor de bulkrijders naar de nieuwe locatie. De snelste route naar de nieuwe locatie voert door een gang met grijpartikelen die handmatig worden gepickt. Mocht een medewerker aan het picken zijn op deze route, vindt een onveilige situatie plaats als een MHE via dezelfde gang moet passeren door de geringe breedte van de gang. Een mogelijke oplossing zou zijn om de routes voor de MHE te wijzigen waardoor geen onveilige situaties in de gangen kunnen ontstaan.

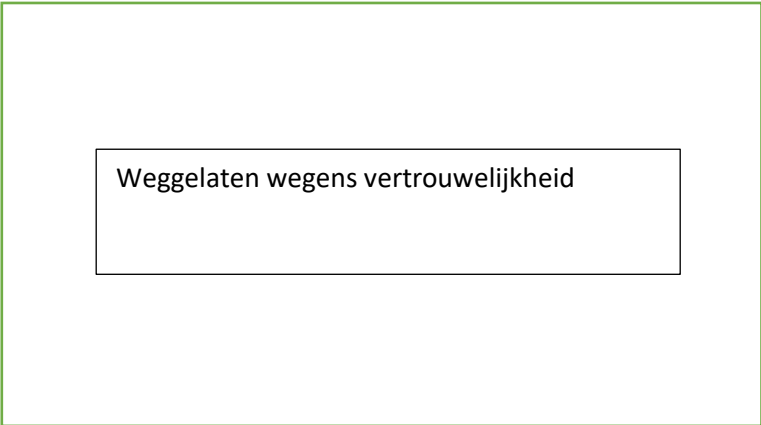


Figuur 14: Een MHE zoals gebruikt wordt in het bedrijf. Bron: <https://www.jungheinrich.in/products/material-handling-equipment-mhe/>

5.3 Operationele consequenties van de verplaatsing van het proces

5.3.1 Afvalstroom

Zoals ook beschreven in hoofdstuk 4 is de afvalverwerking van het huidige proces de verantwoordelijkheid van één werknemer. Deze werknemer is verantwoordelijk voor het ophalen en verwerken van het afval van het kittingproces. De nieuwe locatie bevindt zich op zeer korte afstand van de afvalverwerkingslocatie, zoals weergegeven in Figuur 15.



Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Figuur 15: Indeling Warehouse met afvalhok

Het afval wordt meerdere keren per dag van en naar het proces gereden. Uit observatie over meerdere dagen blijkt dat er gemiddeld 10 keer per dag naar het kittingproces en terug wordt gereden.

Omdat de afvallocatie zich op zeer korte afstand bevindt van de nieuwe locatie, ontstaat een directe besparing in de tijd die nodig is voor het rijden van en naar de afvallocatie. Hierdoor ontstaat er een situatie op de nieuwe locatie waarbij de waterspider het rijden van afval kan overnemen.

Handeling	Oude situatie	Nieuwe situatie
Rijden afvalhok naar kitting of andersom	150 seconden	15 seconden
Benodigde tijd picken afvalbakken	270 seconden	270 seconden
Verwerken afval	600 seconden	600 seconden

Tabel 6: Cyclustijden afvalverwerking

De verkorting van de afstand naar het afvalhok betekent dat er per dag gemiddeld 45 minuten aan het rijden naar het afvalhok wordt bespaard.

5.3.2 Loopafstand van werknemers naar het proces

Een tweede consequentie die geconstateerd is, is de vermeerdering in looptijd van de werknemers. Het inkloksysteem voor werknemers bevindt zich centraal in het huidige proces. Werknemers krijgen betaald vanaf het moment dat ze op dit punt inklokken. Door de verhuizing van het kittingproces naar de andere kant van het magazijn, moeten de werknemers een langere afstand afleggen om bij het proces te komen.

Door meerdere keren de (snelste) route naar het proces te lopen, kan een gemiddelde tijd bepaald worden die benodigd is om naar het proces te lopen. In het huidige proces bedraagt deze tijd 35 seconden, op de nieuwe locatie bedraagt het 150 seconden.

Bij de kittingafdeling werken gemiddeld veertien werknemers per dag die allen drie keer per dag pauze hebben. Dit betekent dat ze zes keer per dag (betaald) van/of naar het kloksysteem lopen. Op jaarbasis,

uitgaande van 254 werkdagen, betekent dit dat er per jaar 889 uur verloren gaat door de lange afstand die werknemers moeten lopen naar de nieuwe locatie.

5.3.3 Vrijgekomen ruimte huidige locatie

Zoals in de introductie is genoemd, heeft het bedrijf vastgesteld dat er ruimte vrijkomt bij het verplaatsen. Deze ruimte kan worden gebruikt voor opslag. Het bedrijf heeft het idee om deze ruimte te gebruiken voor de zogenoemde 'slow movers', producten of pallets die weinig bewegen en sporadisch binnenkomen of verstuurd worden. De argumentatie hierachter is dat de langste afstanden het minst vaak gereden moeten worden door de bulkrijders en de kortste afstanden het meeste.

De hoeveelheid pallets die er opgeslagen kunnen worden op beide locaties is afhankelijk van de ruimte die er beschikbaar is voor het opslaan van pallets.

Zoals eerder aangegeven is het verkrijgen van extra ruimte voor opslag een voordeel dat het bedrijf zelf al heeft geïdentificeerd. Echter is er in de nieuwe situatie geen rekening gehouden met de hoogte die niet gebruikt wordt op de nieuwe locatie door het kittingproces. De nieuwe locatie heeft een plafondhoogte van 10 meter, waar de huidige locatie een plafondhoogte heeft van vier meter. Dit verschil in hoogte heeft invloed op de opslagmogelijkheden, er kunnen bijvoorbeeld geen palletstellingen worden geplaatst bij een plafondhoogte van vier meter.

Om een vergelijking te maken tussen de nieuwe en oude locatie, zijn de afmetingen van beide locaties in kaart gebracht. Op basis van deze afmetingen is een inschatting gemaakt van het aantal pallets dat op deze locatie geplaatst kan worden. In de berekening is meegenomen of er stellingen worden geplaatst op de locaties. In de berekening van de oppervlakte zijn de rij- en looppaden niet meegenomen ter behoud van veilige paden binnen het bedrijf en snelle toegang tot de pallets.

De totale oppervlakte die vrijkomt op de huidige locatie is 855 m². Omdat de locatie voornamelijk gebruikt gaat worden voor 'slow movers' en vaak dezelfde hoeveelheid artikelen is er weinig ruimte nodig voor bewegingen van pallets. Daarnaast is er op deze locatie geen mogelijkheid tot het plaatsen van stellingen, hierdoor zullen alle pallets op de grond moeten worden geplaatst.

Een ruimte kan nooit volledig worden benut met pallets doordat er altijd ruimte benodigd is rond opgeslagen pallets, bijvoorbeeld omdat pallets niet tegen een muur aan kunnen worden geplaatst of omdat veiligheidsvoorwerpen, zoals brandblussers, bereikbaar moeten blijven voor het personeel. Daarom is gekozen om een afmeting te bepalen waarmee bepaald kan worden hoeveel palletplaatsen er geplaatst kunnen worden op een bepaalde oppervlakte. Hiervoor is gemeten hoe het bedrijf zijn pallets opslaat op andere plekken, zoals de buffers bij het kittingproces. Aan de breedtezijde van de pallet wordt hier 10 centimeter ruimte vrijgehouden, aan de lengtezijde 20 centimeter. De afmetingen benodigd voor het opslaan van één europallet wordt dan 140 bij 90 centimeter, ofwel 1.26 m² per pallet.

Met deze afmetingen is het mogelijk om het aantal pallets te berekenen dat opgeslagen kan worden op een bepaalde oppervlakte. Op de 855 vierkante meter die beschikbaar is op de huidige locatie kunnen $855 / 1.26 = 678$ pallets geplaatst worden. Mochten de pallets gestapeld kunnen worden, wat in het geval van de 'slow movers' op een aantal uitzonderingen na mogelijk is, wordt deze capaciteit verdubbeld tot 1356 pallets.

De nieuwe locatie heeft een totale oppervlakte van 500 m², waarbij de rij- en looppaden opnieuw niet zijn meegenomen in de berekening. Op basis van de eerder bepaalde benodigde oppervlakte per pallet is het mogelijk om $500 / 1.26 = 396$ pallets op de vloer te plaatsen. Met stapelen wordt dit verdubbeld naar 792 pallets.

De nieuwe locatie heeft echter een plafondhoogte van tien meter. Door deze plafondhoogte is het mogelijk om stellingen te plaatsen. Een stelling zoals gebruikt wordt in het bedrijf heeft een diepte van 120 centimeter waarbij een gangbreedte wordt aangehouden van 300 centimeter.

Op basis van observatie en afmetingen, is bepaald hoeveel stellingen er geplaatst kunnen worden op de nieuwe locatie. Een voordeel bij het plaatsen van stellingen is dat iedere pallet direct bereikbaar is, iets wat bij het stapelen op de vloer niet mogelijk is. Een nadeel is dat stellingen niet voor iedere pallet met producten geschikt zijn.

Op basis van de afmetingen van de stellingen in het warehouse is bepaald dat er met stellingen 567 pallets opgeslagen kunnen worden.

Een overzichtstabel geeft meer inzicht in de verschillen tussen de huidige en beoogde nieuwe locatie:

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

*Figuur 16: Een racking zoals wordt gebruikt in het bedrijf.
Bron: <https://www.jungheinrich.co.za/products/racking-and-warehouse-equipment/pallet-storage-static/multi-bay-racking/>*

Tabel 7: Palletplaatsen nieuwe & oude locatie

Op de huidige locatie kan, mits het kittingproces verplaatst wordt, meer opgeslagen worden t.o.v. de nieuwe locatie. Echter door de lage plafondhoogte is het onmogelijk om op de huidige locatie stellingen te plaatsen. Hierdoor is alleen opslag mogelijk waarbij weinig bewegingen benodigd zijn. De nieuwe locatie biedt wel de mogelijkheid voor het plaatsen van stellingen en heeft deze mogelijkheid wel. De nieuwe locatie is in vloeroppervlakte kleiner en kan daardoor minder pallets (gestapeld) opslaan op de vloer.

5.4 Financiële consequenties

Het bedrijf wil graag weten wat de financiële consequenties zijn van de verplaatsing. De verschillende consequenties zoals hierboven beschreven zorgen voor extra kosten en baten. Per consequentie is daarom een inschatting gemaakt van de kosten en opbrengsten. Het uurloon voor een werknemer wordt aangenomen op €21 per uur. Er zijn 254 werkdagen per jaar bij het bedrijf.

Rijafstand *bulkrijders*

De rijafstanden naar de nieuwe locatie zijn gemiddeld met 9.7% toegenomen t.o.v. de oude locatie. Een gevolg is dat bulkrijders meer tijd nodig hebben om de pallets op de juiste locatie te krijgen.

Om de extra kosten te berekenen van de extra afstanden die worden afgelegd worden de klokuren van de bulkrijders gebruikt. De bulkrijders klokken voor iedere beweging die zij maken voor het kittingproces in voor het kittingproces. De data gegenereerd door het kloksysteem kan gebruikt worden om te bepalen hoe hoog de kosten zijn voor het aan- en afrijden van pallets.

Het totaal aantal uren geklokt voor het aan- en afrijden van pallets in 2017 bedroeg 4700 uur. De totale kosten voor 2017 zijn daarmee € 98.065,80 voor 2017. Door de toegenomen afstand van 9.7% worden de jaarlijkse kosten voor het aan- en afrijden € 107.676,25 op de nieuwe locatie. Het verschil bedraagt hierbij €9610,45 in het nadeel van de nieuwe locatie.

Loopafstand

De werknemers zijn ieder jaar 889 uur extra af om bij het proces te komen. Uitgaande dat een werknemer gemiddeld €21 per uur verdient, betekent dit een extra kostenpost van €18669 per jaar.

Afvalstromen

Het rijden van en naar de kittinglocatie vanaf het afvalhok wordt door de nieuwe locatie verminderd met gemiddeld 2700 seconden per dag. Een korte rekensom geeft aan dat dit een besparing oplevert van €4000,50 per jaar.

Palletplaatsen

Het opslaan van pallets levert het bedrijf een vast bedrag per dag op. Onder de kop “Vrijgekomen ruimte op huidige locatie” is geconstateerd dat er ruimte vrijkomt op de huidige en daarmee palletplaatsen. Een (standaard)palletplaats levert het bedrijf €0,50 cent per dag op. In de onderstaande tabel worden de huidige locatie en nieuwe locatie vergeleken op het gebied van kosten.

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Tabel 8: Opbrengst pallets

Samenvatting

Samengevat bestaan de volgende kosten en baten⁶ als gevolg van de verplaatsing:

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

⁶ In de baten zijn de baten uit voetnoot 3 en de baten van de betere communicatie tussen afdelingen niet meegenomen. Het bedrijf neemt aan dat de verplaatsing van het proces zorgt voor betere communicatie tussen de verschillende afdelingen als gevolg van de verminderde afstand tussen de kittingafdeling en de andere processen. Deze twee factoren waren geen onderdeel van het onderzoek en zijn niet meegenomen in de analyse van het proces.

5.5 Alternatieve locaties

Naast de door het bedrijf aangewezen locatie voor het kittingproces, zijn er ook alternatieve locaties.

Een mogelijkheid is het verplaatsen van de kittafels naar het verpakkingsproces, waar het verpakken en versturen van pakketten wordt afgehandeld. Hierdoor is geen tussentijdse opslag meer nodig tussen deze twee processen.

Echter door de grote productvariëteit zou dit leiden tot veel kleine aantallen producten die gekit moeten worden. Een goede coördinatie tussen het verpakkingsproces en kittingproces is benodigd om dit te bewerkstelligen. Hierin moet ook rekening worden gehouden met het feit dat pakketten onderdelen kunnen bevatten die wel kitting behoeven alsmede onderdelen die dat niet nodig hebben.

Naast eerdergenoemd alternatief is er op dit moment geen locatie waar het kittingproces naartoe kan worden verplaatst zonder dat er veranderingen nodig zijn aan de locaties van andere processen. Een breder onderzoek, bijvoorbeeld naar de optimale indeling van het gebouw in het algemeen, is nodig om te weten te komen of de hiergenoemde locaties optimaal zijn.

5.6 Conclusie

Uit de verschillende analyses die zijn uitgevoerd naar de verplaatsing van het kittingproces kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De verplaatsing zorgt ervoor dat er per jaar ongeveer €4000 extra kosten ontstaan doordat zowel de rijafstanden voor bulkrijders toenemen als de loopafstand voor werknemers.
- Het verplaatsen van het kittingproces naar de nieuwgekozen locatie zorgt ervoor dat de afstanden vanuit het magazijn toenemen. Daarnaast is geconstateerd dat er geen logische route vanaf het warehouse naar de nieuwe locatie bestaat waardoor “Waste” ontstaat doordat bulkrijders een langere afstand moeten afleggen.
- De afvalverwerking voor het proces wordt gemakkelijker en de werknemer die verantwoordelijk is voor de afvalverwerking in het huidige proces, kan vele uren minder ingezet worden.
- De oude locatie zorgt voor winst in het aantal beschikbare vierkante meters voor opslag tegenover de nieuwe locatie. Echter door het lage plafond kunnen hier geen stellingen geplaatst worden.

6. Ontwerpeisen nieuwe locatie

Om een fysiek ontwerp te creëren voor het proces op de nieuwe locatie in het gebouw, bestaan verschillende eisen en voorwaarden. Het ontwerp moet voldoen aan de oppervlakte en beschikbare afmetingen van het gebouw. Daarnaast moet het ontwerp rekening houden met veiligheid van werknemers bij het proces.

6.1 Afmetingen nieuwe locatie

Onderstaande figuur geeft de afmetingen van de nieuwe locatie weer.



Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Figuur 17: Afmetingen nieuwe locatie

6.2 Veiligheid

In het proces worden pallets getransporteerd door middel van EPT's (Elektrische Pallet Truck). Doordat deze op dezelfde oppervlakten opereren als de werknemers moet er rekening worden gehouden met de veiligheid van de werknemers bij het aanrijden en afrijden van pallets voor de werknemers.

Het gebruik van Visueel management (5S), zoals dit in het huidige ontwerp ook bestaat, zorgt ervoor dat water spiders exact weten waar pallets geplaatst kunnen worden zonder de werknemers in gevaar te brengen. Deze zullen opnieuw gebruikt worden in het proces. Dit betekent dat een eis voor het ontwerp is dat er voldoende ruimte bestaat voor het plaatsen van de pallet zodat deze niet in contact kan komen met de medewerker en om de EPT genoeg ruimte te geven om te bewegen binnen het proces.

Een tweede punt van veiligheid is ergonomie. Het huidige ontwerp voorziet werknemers van een ergonomische locatie. Tafels kunnen worden ingesteld op de gewenste hoogte, alsmede is een antislip mat aanwezig bij de werktafels. Deze twee maatregelen zijn ook wenselijk in het nieuwe ontwerp. Er moet genoeg ruimte worden overgehouden tussen de pallets voor de werknemer en zijn werktafel om een antislip mat te kunnen plaatsen.

Het laatste punt van veiligheid is looppaden naar het proces. Deze looppaden worden visueel aangegeven door groen met gele vlakken. Het aanbrengen van deze vlakken zorgt voor een duidelijke scheiding tussen de ruimte waar MHE's en EPT's kunnen rijden en de ruimte waar werknemers mogen lopen. Hierdoor worden aanrijdingen tussen deze twee partijen voorkomen. In de ontwerpen moet rekening gehouden worden met een aanlooproute van werknemers naar het proces alsmede de aanrijroutes van MHE's en EPT's.

7. Ontwerpvoorstel nieuwe locatie

In de voorgaande hoofdstukken zijn de eerder opgestelde kennisvragen beantwoord. De opgedane kennis kan nu worden gebruikt om een optimaal ontwerp te bepalen voor het proces.

Het ontwerp van het proces bestaat uit meerdere componenten. Ten eerste is er de positionering van elementen in het proces. Ten tweede is er het operationele component met daarin de opbouw en volgorde van de werkzaamheden. De beide componenten zijn nauw aan elkaar verbonden. In dit hoofdstuk zullen eerst fysieke ontwerpen worden geïntroduceerd voor het proces op de nieuwe locatie. Hierbij worden de voor- en nadelen van ieder ontwerp worden besproken.

In de Value Stream Map opgesteld in Hoofdstuk 4 kwam naar voren dat er twee buffers bestaan in het proces die de doorlooptijd verlengen. Om deze buffers te elimineren dan wel de totale tijd van deze buffers te verkorten, zullen twee interventies worden geïntroduceerd verderop in dit hoofdstuk.

In Hoofdstuk 5 werd geconstateerd dat er geen veilige route bestaat voor de bulkrijders in het magazijn en dat grijpproducten ongunstig zijn gelokaliseerd in het magazijn t.o.v. de nieuwe locatie van het kittingproces.

Ten slotte zal een aanbeveling met betrekking tot de implementatie worden opgesteld.

7.1 Positionering elementen

De volgende elementen hebben een plaats binnen het ontwerp van het kittingproces:

- Werktafels
- Opslag verbruiksmaterialen
- Afvalbakken, zowel karton als diverse soorten plastic
- Pc voor water spider
- Tv's voor productiviteitsmeting

In de positionering van elementen is rekening gehouden worden met de volgende factoren:

- Grootte van objecten en benodigde ruimte rond objecten.
- Efficiënte looppaden, waarvoor de resultaten uit hoofdstuk 4 worden gebruikt.
- Het theoretische kader en de technieken die gebruikt kunnen worden.
- Beschikbare ruimte op de locatie, zoals bepaald in hoofdstuk 6.
- Ruimte om veiligheid van werknemers te waarborgen zoals ook besproken in hoofdstuk 6.

Het doel bij de ontwerpen is om de beschikbare ruimte optimaal te gebruiken en de verspillingen die eerder geïdentificeerd zijn in hoofdstuk 4 & 5 te elimineren. In hoofdstuk 4 zijn d.m.v. een Spaghetti Diagram de belangrijkste looproutes en elementen in kaart gebracht. De conclusies hiervan kunnen gebruikt worden voor het bepalen van de opstelling van het proces waarbij waste wordt geminimaliseerd.

Er bestaat een groot aantal mogelijke manieren voor het plaatsen van de elementen in het proces. Echter, doordat het rijpad in het ontwerp gefixeerd is, zijn er beperkingen in de mogelijkheden voor het aanrijden. Daarnaast moet afval snel verwerkt kunnen worden, hierdoor is bijvoorbeeld een opstelling

waarin het afval op een centrale plek onhandig, doordat werknemers of water spiders extra handelingen moeten verrichten voor het verwerken van afval.

Voor de nieuwe locatie zijn twee ontwerpen ontwikkeld, waarbij beide ontwerpen een verschillende focus hebben.

7.2 Ontwerp 1

Het eerste ontwerp behoudt een deel van de opstelling op de huidige locatie. Daarnaast wordt hier de buffer geplaatst in de ruimte die vrijkomt aan de andere kant van het rijpad. Dit ontwerp minimaliseert de benodigde ruimte.



Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Figuur 18: Ontwerp 1 voor nieuwe locatie met de focus op minimaal ruimtegebruik

Plaatsing tafels

De tafels worden in een dubbele rij van acht tafels opgesteld. Het in- en uitrijden wordt hierdoor gemakkelijker voor de water spider. In deze opstelling heeft de water spider veel zicht op de werknemers en kan daardoor gemakkelijk zien hoeveel werk er bij iedere werknemer aanwezig is. Net zoals bij de huidige opstelling worden de afvalbakken voor het karton tussen twee tafels geplaatst om het deponeren van afval te vergemakkelijken voor de medewerker.

Buffer

De buffer wordt geplaatst aan de andere zijde van het rijpad. In hoofdstuk 4 werd geconstateerd dat de buffer op een inefficiënte manier werd uitgereden naar het proces. Vanuit de nieuwe bepaalde buffer kan de buffer direct worden uitgereden in de richting van de kittafels waardoor een snellere aanrijding van pallets mogelijk is.

De buffer zal verkleind moeten worden om ruimte te geven aan de maximale hoeveelheid pallets, hier wordt verder op ingegaan onder het kopje “Buffer” verder in dit hoofdstuk.

Afvalverwerking

Om de afvalverwerking te versnellen wordt de plasticpers bij de buffer geplaatst. De water spider kan hier direct het plasticafval afkomstig van de kittingmedewerkers verwerken. Hiermee is er geen medewerker meer nodig voor het verwerken van afval. De water spider kan door de korte afstand naar het afvalpunt daarnaast ook ander afval dan plastic verwerken.

De afvalbakken voor het karton worden tussen de water spider tafels geplaatst om de werknemers gemakkelijk en efficiënt het karton te laten afvoeren, dit is exact hetzelfde als in de huidige situatie.

7.3 Ontwerp 2

Het tweede ontwerp richt zich op de meest efficiënte looppaden en het meeste overzicht voor de water spider.



Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Plaatsing tafels

Bij het tweede ontwerp worden de tafels in een U-vorm geplaatst. Hierdoor ontstaat een gemakkelijk overzicht voor de water spider aangezien hij vanuit centrale punt iedere werknemer en zijn voortgang kan zien. De water spider kan vanuit zijn centrale punt direct zien hoe het gesteld is met het WIP in het proces.

Buffer

Zowel de inkomende als de uitgaande buffer wordt in dit ontwerp geplaatst dichtbij de werknemers. Hierdoor wordt ruimte bespaard. In deze opstelling geldt opnieuw dat de buffer verkleind moet worden. Hier wordt verder op ingegaan onder het kopje “Buffer” verderop in dit hoofdstuk.

Afvalverwerking

De afvalverwerking gebeurt op dezelfde wijze als ontwerp 1.

7.4 Magazijn

Route bulkrijders

In hoofdstuk 4 is geconstateerd dat de nieuwe locatie geen logische en veilige aanrijroute heeft voor bulkrijders naar het kittingproces. Omdat bij het gebruik van een eventuele buffer, een goede bereikbaarheid belangrijk is, is het aanbevolen om een route te creëren bij gang 32 in het warehouse. Via deze gang kan de buffer via de kortste en snelste worden bereikt door de bulkrijders.

Daarnaast is geconstateerd dat een groot deel van de artikelen in gang 10 & 11 worden gepickt, de zogenaamde grijpartikelen. Om de afstand en tijd die benodigd is om deze artikelen te verzamelen te beperken worden de artikelen dichterbij de nieuwe locatie geplaatst. Een ideale situatie is wanneer de grijpartikelen in het verlengde van het kittingproces zijn geplaatst, om de afstand naar het proces te minimaliseren. In het magazijn zijn dit de gangen 31 & 32.

Deze verbeteringen zijn doorgevoerd in het model dat is gecreëerd voor het bepalen van de afstanden naar het kittingproces. Details over de opbouw van dit model zijn te vinden in hoofdstuk 3. Hieruit is gebleken dat het verplaatsen van de grijpartikelen naar gang 31 & 32 zorgt voor een afname in de afgelegde afstand naar de kittinglocatie.

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Tabel 9: Afstanden naar kitting na verplaatsen grijpproducten

7.5 Buffer

In hoofdstuk 3 en 4 zijn meerdere constateringingen gedaan omtrent de buffer. Zo kan het gebruik van de buffer als een 'waste' worden gezien. Daarnaast zorgt de buffer ervoor dat er een lange doorlooptijd bestaat voor het proces, zoals te zien is in de opgestelde Value Stream Map.

Er zijn verschillende manieren om de buffer te verkleinen dan wel te elimineren. Vanuit de theorie en beschikbare kennis over het proces zijn twee oplossingen ontwikkeld om de doorlooptijd te verkorten. Het eerste ontwerp verkleint de buffer in oppervlakte, het tweede ontwerp implementeert het pull-principe in het proces waardoor kleinere buffers nodig zijn. Er is gekozen voor deze twee ontwerpen doordat het gebruik van de buffer afhangt van de onderliggende (productie)strategie.

In de paragraaf "Advies implementatie" zal worden ingegaan op de implementatie van de oplossingen.

7.5.1 Optie 1: Het gebruik van batches

In de huidige situatie worden pallets op één moment aangereden. Door twee momenten te introduceren waarop er pallets worden aangevoerd bij het proces, kan de afmeting van de buffer verkleind worden. Het gebruik van twee batches is de gemakkelijkst implementeerbare oplossing, doordat in de pauzetijd van de werknemers de tweede batch kan worden aangereden.

Om in batches te kunnen werken moet de orders worden opgedeeld in twee blokken: één voor de ochtend en één voor de middag. De benodigde tijd voor het voltooien van de orders in het ochtendblok,

moet lang genoeg zijn om alle werknemers van werk te voorzien in het ochtendblok om te voorkomen dat werknemers voor het einde van het blok geen opdrachten meer hebben. Door de orders te vertalen naar benodigde tijd, kunnen de cyclustijden van iedere pallet worden gebruikt.

Het grootste voordeel van deze aanvoerstrategie is de ruimte die wordt bespaard. Zoals geconcludeerd in hoofdstuk 6, is een verkleining van de buffer wenselijk om het proces te kunnen verplaatsen naar de nieuwe locatie. Daarnaast is implementatie van het gebruik van batches zeer gemakkelijk.

Het werken in buffers zorgt ervoor dat de maximale hoeveelheid pallets in de buffer wordt verkleind met minimaal 50%, afhankelijk van het soort producten dat gekit moet worden. Gemiddeld zullen er per batch 35 pallets in de buffer staan.

De gemiddelde doorlooptijd voor één pallet wordt daarnaast verkort. Uitgaande van een situatie waarin de laatste pallet het proces verlaat aan het einde van het tijdsblok en de cyclustijd voor één pallet in het gehele proces (5310 seconden gemiddeld), kan de gemiddeld doorlooptijd⁷ van één pallet voor het proces worden bepaald aan de hand van de volgende formule:

$$\text{Gemiddelde doorlooptijd} = \frac{\text{Eindtijd tijdsblok} - (\text{start tijdsblok} + \text{benodigde verwerkingstijd})}{2}$$

Een vergelijking met de huidige situatie laat zien dat de doorlooptijd wordt verkort met gemiddeld 136 minuten.

7.5.2 Optie 2: Het toepassen van Pull op het systeem: continue aanvoer

De tweede optie om de buffer te verkleinen en de doorlooptijd te verkorten is het realiseren van een continue en vraag gedreven aanvoer van pallets op basis van het pull-principe. Omdat in de huidige situatie het proces niet vraag gedreven is, wordt een deel van de oplossing aangepast aan de huidige situatie en een situatie waarin het proces wel vraag-gedreven is. Grofweg is voor het vraag-gedreven

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

proces een make-to-order strategie nodig waar bij huidige proces een make-to-stock strategie vereist is.

⁷ Hierbij moet worden opgemerkt dat in deze situatie wordt uitgegaan van de gewogen gemiddelde cyclustijd per pallet bij processtap “Assemblage van verpakking/product” zoals eerder bepaald.

Het volledig toepassen van het pull-principe is onmogelijk doordat de processtap “Kitting” door meerdere werknemers tegelijk wordt voltooid in tegenstelling tot de voorgaande processtappen. Mochten er twee werknemers tegelijk om een nieuwe pallet vragen, kan er maar maximaal één worden aangeleverd en zal de andere werknemer moeten wachten

Een oplossing hiervoor is het gebruiken van een CONWIP-systeem waarin een signaal wordt gegeven naar de bulkrijders voor een nieuwe pallet op het moment dat een pallet het proces verlaat (processtap “Sealen/labelen”). Hierdoor kan wel “pull” bestaan na het proces, zonder dat het daadwerkelijk benodigd is binnen het proces.

De wisselende bezetting bij de bottleneck (Assemblage van product/verpakking) van het proces zorgt ervoor dat een vast WIP-limiet onmogelijk is. Daarnaast zorgen de wisselende cyclustijden bij de assemblage van product of verpakking ervoor dat er veel variëteit ontstaat in de aanlevering van pallets bij deze processtap. Hierdoor is het gemakkelijker een WIP-limiet aan te houden van twee keer het aantal beschikbare werknemers bij de assemblage en verpakking van het product. Op deze manier zijn er op ieder moment pallets beschikbaar voor medewerkers en wordt de buffer in het systeem gereduceerd.

7.5.3 Benodigde aanpassingen in het proces voor Optie 2

Om het systeem mogelijk te maken worden de volgende aanpassingen voorgesteld in het proces:

Gereedmaken pallet voor kitter in een situatie waarin orders gedurende de dag binnenkomen (make-to-order) Een volledig vraag-gedreven proces vergt een aantal aanpassingen aan het toevoegen van secundaire producten om de korte doorlooptijd te behouden.

Het toevoegen van de secundaire producten gebeurt in het huidige proces 's ochtends voor iedere pallet door een medewerker die hier speciaal verantwoordelijk voor is. Bij continue aanvoer is dit inefficiënt aangezien er op dat moment voor geringe hoeveelheden en volumes een pickopdracht moet worden uitgevoerd voor de secundaire producten.

Om toch een vraag-gedreven proces te realiseren en geen buffer nodig te hebben, wordt een supermarkt geïntroduceerd bij de processtappen “Picken pallet in warehouse” & “Vorbereiden pallet”.

Deze “Supermarkt” heeft ieder grijpproduct aanwezig dat mogelijk gebruikt kan worden bij de orders. De water spider kan dan op het moment dat een order binnenkomt, direct de juiste grijpproducten bij de pallet zoeken. Het beheren van de voorraad van deze supermarkt kan gebeuren door middel van een systeem met kanbans en een pick-run.

Gereedmaken pallet in een situatie waarin orders voor de dag bekend zijn

In het geval dat bekend is welke producten gekit moeten worden in de loop van de dag, weet men ook welke secundaire producten er nodig zijn. Een pick-run zoals deze in het huidige proces ook 's ochtends plaatsvindt biedt de mogelijkheid om deze producten bij het proces te plaatsen in een situatie waarin orders reeds bekend zijn.

Water spider

De water spider wordt verantwoordelijk voor het toevoegen van de secundaire producten aan de pallets. Hierdoor worden de twee stappen “Vormen kitbatches” & “Uitzetten kittingorders” samengevoegd.

De waterspider beschikt in de huidige situatie al over de lijst met secundaire producten. Door de plaatsing van de secundaire producten in de supermarkt bij het proces kan de water spider de pickopdracht snel uitvoeren. Uitgaande van een normale pick-opdracht betekent dit dat de water spider 30 seconden nodig heeft voor het picken van **ieder** secundair product. De totale benodigde cyclustijd voor het picken van benodigde secundaire producten verschilt hierdoor per hoofdproduct. Het gemiddelde aantal secundaire producten is vastgesteld op 3, hierdoor is de gemiddelde tijd benodigd voor het picken van deze producten gemiddeld 90 seconden.

Doordat de waterspider geen check meer hoeft uit te voeren op de pallet, wordt tijd bespaard op het uitzetten van de pallets. Er is geen mogelijkheid geweest om een experiment uit te voeren om de nieuwe cyclustijd te bepalen. Echter doordat minder stappen nodig zijn, wordt de totale cyclustijd van de gecombineerde processtappen geschat op maximaal 600 seconden.

Interactie met de klant

Zoals eerdergenoemd heeft Bedrijf X geen invloed op de aanwezige voorraad van de klant. De korte doorlooptijd kan ingezet worden om de aanwezige voorraad van gekitte producten te verkleinen. Hiervoor zal meer interactie met de klant nodig zijn in orders en huidige voorraad. Door het beperkte inzicht in de voorraad en planningsmethodologie is hier op dit moment geen zicht op.

Interactie met andere processen

Om het systeem mogelijk te maken moet de interactie met andere processen verbeterd worden. Zoals eerdergenoemd is het bijvoorbeeld vereist dat de informatiestromen tussen bulkrijders en het kittingproces worden verbeterd om continue aanvoer mogelijk te maken. Ditzelfde geldt voor de make-to-order strategie. Hiervoor is ook extra interactie nodig met zowel de inbound processen als de outbound processen.

Het gebruiken van het voorgestelde systeem biedt de volgende voordelen:

- De doorlooptijd wordt verkort.
- Benodigde oppervlakte voor de buffer kan gereduceerd worden. Uitgaande van 12 werknemers zijn er 12 palletplaatsen benodigd voor een buffer voor processtap “Assemblage van product/verpakking”.
- Flexibiliteit wordt verhoogd doordat orders continu kunnen binnenkomen.
- Aan- en afrijden van pallets kan gecombineerd worden door bulkrijders, waardoor efficiëntie van de bulkrijders stijgt. Hierdoor zijn de helft minder bewegingen nodig door de bulkrijders voor het proces.

Tegenovergesteld zijn er ook nadelen aan het gebruik van een dergelijk systeem:

- Bij een onvolledig implementatie van make-to-order strategie of het behouden van de make-to-stock strategie biedt deze oplossing geen (directe) voordelen.

Bovendien zijn er aantal punten waar bij deze oplossing extra aandacht aan besteed moet worden:

- Communicatie tussen bulkrijders en kittingafdeling moet perfect verlopen. Slechte communicatie kan ervoor zorgen dat pallets laat arriveren bij het kittingproces waardoor kitmedewerkers improductief zijn.
- De bulkrijder moet snel kunnen reageren op opdrachten.

7.5.4 Vergelijking bufferopties

	<i>Verkorting doorlooptijd</i>	<i>Moeilijkheidsgraad implementatie (zie "Advies implementatie")</i>	<i>Benodigde ruimte buffer</i>	<i>Voorwaarden</i>
Ontwerp 1	136 minuten	Eenvoudig	+/- 50 pallets (63 m ²)	Splitsen van orders naar benodigde tijd
Ontwerp 2	210 minuten (3.5 uur)	Complex	Gelijk aan aantal bezetting kittingproces. (Maximaal 20 m ²)	"Make-to-order" strategie om profijt te hebben van aanpassingen

Tabel 10: Vergelijking opties verkleining buffer

7.6 Advies implementatie

Om de voorgestelde ontwerpen en oplossingen te implementeren zijn een aantal veranderingen nodig. De ontwerpen vergen weinig aandacht op het gebied van implementatie, omdat het om relatief eenvoudige verplaatsingen van objecten gaat. Hier zal dan ook geen advies over gegeven worden.

Implementatie verkleining buffer optie 1

Om deze optie te implementeren kan de huidige planning tool worden aangepast om te bepalen welke orders s' ochtends en 's middags voltooid moeten worden. Hiervoor zijn de beschikbare uren benodigd alsmede de cyclustijd voor de pallets van de order. Daarnaast moet rekening gehouden worden met het maximaal aantal pallets dat gebufferd kan worden. Ook dit kan toegevoegd worden aan de planning tool die op dit moment gebruikt wordt.

Een vuistregel die gebruikt kan worden om de pallets met de langste cyclustijden 's ochtends in te delen. Om te voorkomen dat werknemers voor hun pauze zonder werk komen te zitten kan daarnaast een extra half uur beschikbare tijd worden gebruikt bij het inplannen van het ochtendblok.

Implementatie verkleining buffer optie 2

De belangrijkste aandachtspunten voor het implementeren van optie 2 zijn:

- Het implementeren van een automatische pickopdracht wanneer een pallet gereed is bij het kittingproces in het Warehouse Management System alsmede een limiet op het aantal pallets dat aanwezig kan zijn bij het kittingproces.
- Het opzetten van een stelling bij het proces waarin alle grijpproducten worden geplaatst (supermarkt), dichtbij het proces.
- Het opzetten van een pick-run aan het begin of einde van de dag waar de grijpproducten worden bijgevuld. Dit kan gedaan worden door kanbans te gebruiken in combinatie met een minimum voorraad.
- Het inzichtelijk maken van de aanwezige voorraad en actief plannen van het kitten door CEVA zelf i.p.v. de klant.

7.7 Future State VSM

Om de voorgestelde aanpassingen te duiden, is een Future State VSM waarin de tweede bufferoptie is ingevoerd. Hieruit kan de ook de nieuwe toegevoegde waarde tijd worden afgelezen alsmede de doorlooptijd voor één pallet in het proces.



Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Figuur 21: Future State VSM

8. Conclusie & Aanbevelingen

Eerst over de voorgestelde oplossingen en wat ze verbeteren. Daarna aanbevelingen geven vanuit de analyse voor verdere optimalisatie en aanpassingen.

8.1 Conclusie

In hoofdstuk 4 is een analyse gemaakt van het huidige proces en de factoren die beïnvloed worden door de verplaatsing van het proces. De huidige opstelling van het proces is daarnaast in kaart gebracht. Hierbij zijn verschillende punten geconstateerd:

- De doorlooptijd voor pallets in het proces is relatief lang door het gebruik van een buffer.
- De plaatsing strategie van pallets in het magazijn is niet optimaal voor de aanvoer naar het kittingproces.
- De meest frequent bezochte locaties binnen het proces zijn in kaart gebracht met de looppaden daarnaartoe.
- Er is geconstateerd dat de buffer een oorzaak is van verschillende soorten “waste”.

In hoofdstuk 5 is onderzoek gedaan naar de verplaatsing van het kittingproces naar de nieuw aangewezen locatie. Hieruit zijn de volgende punten naar voren gekomen:

- Het verplaatsen van het proces zorgt ervoor dat de afstanden afgelegd van het magazijn naar het proces toenemen.
- De afvalverwerking wordt efficiënter door de verminderde afstand die moet worden afgelegd.
- De ruimte op de nieuwe locatie is kleiner, er is een vermindering van het aantal vierkante meters.

In hoofdstuk 6 zijn een tweetal ontwerpen geïntroduceerd voor het proces op de nieuwe locatie. Het eerste ontwerp focust zich op minimale gebruik van ruimte. Het tweede ontwerp zorgt voor overzicht en efficiënte looppaden voor de water spider.

Daarnaast zijn twee ontwerpen geïntroduceerd om de buffer in het proces te verkleinen.

Het eerste ontwerp maakt gebruik van batches om de benodigde oppervlakte voor de buffer te verkleinen. Het implementeren van deze oplossing is eenvoudig. Het ontwerp zorgt voor een vermindering van de gemiddelde doorlooptijd, maar biedt echter geen mogelijkheid om een volledig vraag-gedreven proces te realiseren.

Het tweede ontwerp past het CONWIP-principe toe, waarbij een supermarkt wordt geïntroduceerd voor het aanleveren van de secundaire producten om de doorlooptijd te verminderen. In deze oplossing krijgt de water spider meer taken om de doorlooptijd verder te verkorten. Het gebruik van deze oplossing maakt het mogelijk om een make-to-order strategie te hanteren voor producten die gekit moeten worden door de snelle doorlooptijd.

Het implementeren van deze oplossing vergt echter meer aanpassingen omdat het bedrijf meer inzicht nodig heeft in de voorraad en er aanpassingen nodig zijn aan het Warehouse Management System.

8.2 Aanbevelingen

Voor het ontwerp van het proces wordt Bedrijf X aanbevolen om gebruik te maken van het eerste ontwerp wat is geïntroduceerd in hoofdstuk 7.1. De verbeterde efficiëntie van het ontwerp biedt overzicht aan de supervisors en waterspiders en minimaliseert de bewegingen die nodig zijn in het proces.

De tweede aanbeveling richt zich op het minimaliseren van de doorlooptijd en maximaliseren van de efficiëntie. Het onderzoek laat zien dat met het introduceren van CONWIP en enkele aanpassingen in het proces de doorlooptijd verkort kan worden. Deze oplossing vergt echter voor optimale implementatie ook aanpassingen aan andere processen. Uiteindelijk zal deze oplossing de doorlooptijd voor iedere product kunnen verkorten en is het mogelijk om voorraden te minimaliseren. Deze twee factoren zijn van waarde voor de klant, wat in overeenstemming is met een van de hoofdprincipes van Lean.

Verdere aanbevelingen:

Het onderzoek heeft verschillende problemen blootgelegd waar geen oplossingen voor zijn geïntroduceerd door de beperkte tijd waarin het onderzoek moest worden uitgevoerd. Echter kunnen er wel een aantal aanbevelingen voor verder onderzoek worden gedaan:

- Het verder onderzoeken van de plaatsingsstrategie van pallets om de stromen naar het proces te optimaliseren.
- Het aanpassen van de verdere keten om de snelle doorlooptijd optimaal te benutten, zoals het voorraadniveau.
- Het onderzoeken van alternatieve mogelijkheden en/of locaties voor het kittingproces om een flow te creëren met het verpakking/verzendingsproces.

Discussie

Een deel van het onderzoek is gebaseerd op berekeningen van een beperkte dataset, hierdoor kunnen mogelijke uitkomsten van het onderzoek afwijken van de realiteit op de lange termijn.

Een tweede discussiepunt is de planning van het kitten. Doordat er geen inzicht was in de planning en voorraadbeheer van de kitproducten, kon het onderzoek hier geen rekening mee houden. Hierdoor konden ook geen aanbevelingen gedaan worden aangaande de planning. Dit zorgde er mede voor dat er geen inzicht was in hoeverre het realiseren van pull in het proces mogelijk was.

Een grote beperking van het onderzoek is het feit dat er geen mogelijkheid is geweest om alternatieve locaties te onderzoeken. Daarnaast is interactie met andere afdelingen beperkt meegenomen. Hierdoor is het zeer lastig om te zeggen of de aangewezen locatie ook de optimale locatie voor het kittingproces is. Echter hebben de analyses wel duidelijk gemaakt wat de problemen zijn op de nieuwe locatie en zijn daarnaast oplossingen aangedragen om deze op te lossen.

Ook tijdsgebrek zorgde ervoor dat sommige aspecten van het onderzoek minder goed konden worden onderzocht dan gehoopt. Zo is er geen onderzoek gedaan naar het verbeteren van de plaatsingsstrategie van pallets binnen het magazijn en de eventuele voordelen die dit zou kunnen bieden.

Bronnen

- Bhasin, S. (2015). *Lean management beyond manufacturing: a holistic approach*. London: Springer Engineering.
- Heerkens, H., & van Winden, A. (2012). *Geen Probleem: Een aanpak voor alle bedrijfskundige vragen en mysteries*. Nieuwegein: Van Winden Communicatie.
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2000). *Factory Physics* (2nd ed.). Irwin McGraw-Hill.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way*. London: McGraw-Hill.
- Michalska, J., & Szwieczek, D. (2004). The 5S methodology as a tool for improving the organisation. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 211-214.
- Theisens, H. (2016). *Lean Six Sigma Green Belt*. LSSA B.V.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. London: Simon & Schuster.



Bijlage I: VSM Current State

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Bijlage II: Model rijafstanden

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Bijlage III: Spaghetti Diagram

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid

Bijlage IV: Future State VSM

Weggelaten wegens vertrouwelijkheid