

Vinden van kostenbesparingen aan de hand van Lean Management.
Met behulp van IDEF-0, Process Activity Mapping, Activity Based Costing en de Abstractie
techniek.

Tom Hoek

VOORWOORD

Voor u ligt de bacheloropdracht *Vinden van Kostenbesparingen aan de hand van Lean Management*, uitgevoerd bij Voith Paper Fabrics (VPF). Voor deze opdracht is onderzoek gedaan naar de interne processen bij VPF om opties te kunnen genereren die het mogelijk maken om kosten te besparen. Voor het onderzoek bedank ik in eerste instantie mijn examencommissie Sandor Löwik en Leo van Geffen, voor de leiding die ze me hebben geboden zodat er een goed onderbouwd verhaal kon worden gecreëerd. Ze lieten me inzien dat een simpeler verhaal soms meer zeggend kan zijn. Ik bedank ze ook voor het vertrouwen dat ze me hebben gegeven en de steun die ik aan ze heb gehad om alles af te ronden.

Naast mijn begeleiding vanuit Universiteit Twente heb ik ook begeleiding en hulp gekregen vanuit Voith Paper Fabrics. In het bijzonder wil ik graag Peter Smit en John ter Riele bedanken voor het beschikbaar stellen van hun kennis en hulp tijdens het onderzoek. Ze stelden me aan de juiste mensen voor en hielpen me om de informatie te kunnen vinden die ik nodig had. Daarnaast wil ik ook alle overige medewerkers van VPF te Haaksbergen bedanken voor het warme welkom en de openheid waarmee ze mijn vragen beantwoorden. Ik heb mogen meekijken met de werkzaamheden en kreeg uitleg van ze waar ik dat nodig had. Dankzij iedereen bij VPF kreeg ik inzicht in de processen en samen hebben we ideeën gegenereerd waarmee de uiteindelijke kostenbesparingen kunnen plaatsvinden.

Tom Hoek

MANAGEMENTSAMENVATTING

Voith Paper Fabrics is een bedrijf dat kwalitatief hoogwaardige zeven produceert voor producenten over de hele wereld. De verkoopprijzen liggen echter onder druk want er komt steeds meer concurrentie van goedkope zeven, met name vanuit Azië. Om mee te kunnen blijven doen op het wereldtoneel en om een voorsprong te behouden op de concurrentie zal Voith de marges op zeven moeten vergroten zonder dat er ingeboet wordt aan kwaliteit. Om gericht te kunnen zoeken naar besparingsopties is het onderzoeksveld beperkt tot het heatsettingsproces. Het heatsettingsproces maakt de zeven van Voith uniek en hier worden de meeste kosten gemaakt. De hoofdvraag voor het onderzoek luidt: *Hoe kan Voith Paper Fabrics te Haaksbergen het heatsettingsproces goedkoper maken zonder in te boeten aan de kwaliteit van het product?*

Voor het maken van besparingen is gebruik gemaakt van de theorie van *Lean Management* (LM). Volgens LM moet er een focus komen op de onderdelen binnen een bedrijf of proces die waardevol zijn voor de klant. De overige onderdelen worden niet gebruikt door klanten en zijn daarmee verspilde moeite en verspild geld. De verspillingen moeten worden geïdentificeerd en zoveel mogelijk worden verwijderd of geminimaliseerd.

Tijdens het heatsettingsproces worden de zeven van Voith uniek gemaakt. De zeven worden hier opgewarmd en opgerekt in de bakoven. Vervolgens worden de zeven verder verwarmt zodat ze krimpen. Tijdens dit krimpen worden de zeven onder een spanning gehouden. Door dit proces worden de zeven duurzamer wat onderdeel uitmaakt van de kwaliteit.

Er zijn drie verspillingen gevonden welke direct uit het proces verwijderd kunnen worden: De controle na het spannen & krimpen, de database en het lijn trekken. Dit levert een besparing op van ruim enkele duizenden euro's op jaarbasis. Andere verspillingen zijn gevonden, maar deze verspillingen kunnen echter niet direct worden verwijderd.

Voor twee verspillingen geldt dat de kosten kunnen worden verminderd, maar dat hiervoor het proces zal moeten worden aangepast. Het gaat om het temperatuur opmeten met behulp van temperatuurstickers en het gasgebruik voor zeefverwarming. Voor het opmeten van de temperatuur kunnen vaste meters worden geïnstalleerd die de stickers overbodig maken. In het eerste jaar zal geïnvesteerd moeten worden in de meters en implementatie wat zal resulteren in besparingen van de volgende jaren ter waarde van duizenden euro's per jaar. Voor het gasverbruik kan de luchtstroming worden geoptimaliseerd waardoor het gasverbruik kan worden geminimaliseerd. Er zal onderzocht moeten worden welke luchtstroming optimaal is en er zullen aanpassingen moeten worden gemaakt in de luchtinlaat. Dit kan op jaarbasis leiden tot 50% aan besparingen op de gaskosten.

Hiernaast wordt aanbevolen om meer standaardisatie toe te voegen in het proces waardoor er meer controle komt op het verwarmen, rekken en krimpen van de zeven. Wat tegenstrijdig betekent dit dat hiervoor de database dient te worden behouden. Hiertoe zullen gegevens moeten worden genoteerd van de zeefeigenschappen, oveninstellingen en hoe de zeven reageren tijdens het verwarmen, spannen en krimpen. Hierdoor kan met meer zekerheid worden vastgesteld welke tijden en temperaturen de zeven dienen te ondergaan om een kwalitatief beter product te krijgen.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord.....	2
Managementsamenvatting.....	3
Inhoudsopgave.....	4
1. Inleiding.....	6
1.1 Aanleiding.....	6
1.2 Probleemstelling.....	6
1.3 Aanpak.....	7
1.3.1 Hoe ziet het huidige proces eruit?.....	8
1.3.2 Waar bevinden zich verspillingen?.....	8
1.3.3 Hoe kunnen de verspillingen worden geminimaliseerd?.....	10
1.4 Opbouw van het verslag.....	10
2. Reduceren van verspillingen.....	11
2.1 Korte beschrijving van Lean Management.....	11
2.2 De 3 typen activiteiten.....	11
2.3 De 7 typen <i>Muda</i>	11
2.4 Methoden om 'afval' te identificeren.....	12
2.4.1 Gebruik van processchema's: IDEF-0.....	12
2.4.2 Gebruik van Process Activity Mapping.....	13
2.4.3 Activity Based Costing om kosten te bepalen.....	15
2.5 Manieren om met verspillingen om te gaan.....	15
2.6 Integraal model.....	16
3. Identificeren van Waste bij Voith.....	18
3.1 beschrijving van het huidige proces.....	18
3.2 Procesindeling naar drie typen activiteiten.....	19
3.2.1 Waarde toevoegend en niet-waarde toevoegend.....	20
3.2.1.1 Met behulp van IDEF-0.....	20
3.2.1.2 Met behulp van Process Activity Mapping.....	22
3.2.2 Niet-waarde toevoegende activiteiten, noodzakelijk of niet.....	25
3.2.2.1 Verspillingen vanuit het IDEF-0 schema:.....	26
3.2.2.2 Verspillingen vanuit de PAM:.....	27
3.3 Toewijzen van kosten aan verspillingen.....	28
3.4 Indeling van verspillingen naar zeven typen <i>Muda</i>	29
4. Verspillingen minimaliseren.....	32

4.1 Oplossingen minimaliseren vanuit <i>Lean Mangement</i>	32
4.2 Minimalisatieopties per verspilling	33
4.2.1 Verspillingstype: Overproductie.....	33
4.2.2 Verspillingstype: Defecten.....	34
4.2.3 Verspillingstype: Onnodige bewerkingen.....	36
5. Conclusies & aanbevelingen	40
5.1 Conclusies	40
5.2 Aanbevelingen.....	40
5.3 Limitaties van het onderzoek	41
6. Bibliografie.....	42
Bijlage A: Abstractie techniek.....	43
Bijlage B: Toewijzing van kosten aan verspillingen.	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Financiële cijfers bij conclusies en aanbevelingen.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Conclusies.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

1. INLEIDING

Voith Paper Fabrics te Haaksbergen is onderdeel van Voith een internationaal opererend bedrijf in ruim 50 landen, met ruim 40 000 werknemers en een omzet van bijna \$5,6 miljard. Voith is een familiebedrijf en opgedeeld in een viertal divisies: Hydro, Turbo, Paper en Industrial Services.

1.1 AANLEIDING

Voith Paper Fabrics valt, zoals de naam al suggereert, onder de Paper divisie. De vestiging in Haaksbergen is een productievestiging. Hier worden zogenaamde zeven gemaakt die gebruikt worden in grote papiermachines waarmee van pulp, papier wordt gemaakt. Het maken van papier begint met een vormsectie waarbij van pulp een laagje wordt gemaakt. Vervolgens komt dit laagje in een druksectie waarbij de pulp wordt samengedrukt tot een laagje papier. Dit papier moet dan worden gedroogd in een droogsectie waarna het verder wordt bewerkt tot verschillende papierproducten. Dit is een continu proces waarbij met snelheden gewerkt wordt van 1500 m/min. De zeven van Voith Paper Fabrics worden voornamelijk ingezet aan het begin van de droogsectie omdat in dit stadium de kans op vervormingen in het papier het grootst zijn. Voith Paper Fabrics produceert klant specifieke zeven voor bedrijven wereldwijd. Voith Paper Fabrics bevindt zich nu in het topsegment van de droogzeven voor papiermachines. Hier zijn ze marktleider, willen ze marktleider blijven en voorop lopen op technologisch gebied. De visie van Voith Paper Fabrics weerspiegelt dit doel: "*Link to a succesful dry-section*". Om voorop te kunnen blijven lopen is het voor Voith Paper Fabrics belangrijk om continu te innoveren. Voor deze innovatie is geld nodig en om geld binnen te krijgen zal Voith Paper Fabrics (VPF) winst moeten maken.

1.2 PROBLEEMSTELLING

Het maken van meer winst kan plaatsvinden door enerzijds meer zeven te verkopen en door anderzijds de marge te vergroten. VPF is al bezig met het vinden van meer klanten onder andere door het zoeken naar andere afzetmarkten. Dit onderzoek zal zich bezighouden met het zoeken naar manieren om de marge te vergroten door middel van het zoeken naar kostenbesparingen binnen het huidige productieproces.

VPF wil graag een hogere winst halen door het verlagen van de kosten. Om te kunnen komen tot daadwerkelijke kostenbesparingen, gegeven de tien weken die voor dit onderzoek staan, is het verstandig te kiezen voor één productiestap. Door te focussen op één stap kan er in diepte worden onderzocht waar besparingen kunnen plaatsvinden en hoe deze tot stand kunnen komen.

De productie van zeven omvat zes stappen; spiraalproductie, naadafdeling, heatsetting, vulafdeling, finishing en de inpakafdeling. In de eerste stap worden van plastic draden spiralen gedraaid, de spiraalproductie. Deze spiralen worden bij de assemblage in elkaar 'geritst' waardoor er een lange mat van aan elkaar geregen spiralen ontstaat. Deze 'matten' worden bij de heatsetting gespannen en gekrompen onder hoge temperaturen (circa 180°C). Een deel van de zeven gaat naar de vulafdeling om gevuld te worden. Als een zeef gevuld is zal deze nogmaals

een warmtebehandeling krijgen bij de heatsetting alvorens door te gaan naar de finishing. Ook de zeven zonder vulling komen terecht bij de finishing. Bij de finishing worden de zeven op maat gemaakt en de randen afgewerkt. Tenslotte op de inpakafdeling worden de laatste afwerkingen gedaan als het aanbrengen van een aansluitsysteem en het klaarmaken voor transport.

Bij het kiezen van de stap welke onderzocht zal worden, speelt het inzicht van de onderzoeker een belangrijke rol. Dit komt omdat nu nog niet duidelijk is wat, waar besparingen kunnen worden gemaakt. Dit zal pas tijdens het onderzoek worden gevonden. Bij het bekijken van de productiestappen springt er één stap uit: De heatsetting. De heatsetting levert de meeste kosten per zeef, heeft een hoog energieverbruik en is een bron van variatie voor het vulproces. Bovendien is dit proces wat VPF werkelijk onderscheidend maakt van haar concurrenten. Er is geen ander bedrijf dat zeven naast een warmte-, krimpbehandeling ook een warmte-, spanbehandeling geeft. Dit betekent dat ongeacht de uitkomst van dit onderzoek, de waarnemingen en resultaten VPF kunnen helpen bij het behouden van de technologische voorsprong op concurrenten.

Voor het behouden van de voorsprong op concurrenten zal alleen het beschrijven van het proces onvoldoende zijn. Indien er veranderingen worden gemaakt die leiden tot het verlagen van kosten dient er ook rekening te worden gehouden met de kwaliteit van de zeven. Als VPF in het topsegment wil blijven en technologisch voordeel wil behouden zullen er geen veranderingen moeten worden gemaakt ten koste van de kwaliteit van de zeven. De voorwaarde bij dit onderzoek naar kostenverlagingen zal dan ook zijn dat dit dient te gebeuren zonder kwaliteitsverlies.

Hoofdvraag

Samengevat uit de voorgaande paragraaf dient de hoofdvraag te leiden tot kostenbesparingen, in de heatsettingsstap waarbij veranderingen moeten plaatsvinden zonder kwaliteitsverlies van de producten van Voith Paper Fabrics. De hoofdvraag luidt:

Hoe kan Voith Paper Fabrics te Haaksbergen het heatsettingsproces goedkoper maken zonder in te boeten aan de kwaliteit van het product?

1.3 AANPAK

Het probleem dat VPF opgelost wil zien is dat met minder financiële middelen tenminste hetzelfde kan worden geproduceerd. Hierdoor kunnen de marge en de winst worden vergroot en is er meer geld beschikbaar voor innovaties. Om dit probleem aan te pakken zal gebruik worden gemaakt van de theorie van *Lean Management* (LM) (Hines & Taylor, 2000).

LM is een theorie waarbij continu gezocht wordt naar manieren om verspillingen tegen te gaan. Het doel van een productieonderneming is om een bepaald 'begin' product te nemen, hier waarde aan toe te voegen en dit product met de extra waarde vervolgens te verkopen. Binnen een productieproces wordt waarde toegevoegd aan het beginproduct, maar niet alle stappen uit een dergelijk proces zullen waarde toevoegen. Volgens LM is een klant enkel bereid om te betalen voor dit beginproduct en de toegevoegde waarde. Dit betekent dat voor de overige stappen, die geen waarde toevoegen, niet betaald worden. Deze stappen zijn verspilde moeite of anders gezegd, verspillingen. Door verspillingen tegen te gaan kan beter gericht worden op die elementen uit het productieproces die waarde toevoegen en van belang zijn voor de klant én

kunnen er kosten worden bespaard doordat overbodige elementen uit het productieproces kunnen worden verwijderd. Volgens LM dient het proces eerst in kaart te worden gebracht met behulp van een of meerdere hulpmiddelen die LM te bieden heeft. Vervolgens kunnen, met behulp van deze hulpmiddelen, de verspillingen worden geïdentificeerd die plaatsvinden binnen het te onderzoeken proces. Vanuit deze gevonden verspillingen kunnen manieren worden gezocht om de verspillingen zoveel mogelijk te minimaliseren. Om te kunnen komen tot het vinden van kostenbesparingen zullen de volgende onderzoeksvragen beantwoord worden:

1. Wat zijn verspillingen?
2. Hoe kunnen deze verspillingen worden geïdentificeerd?
3. Hoe ziet het heatsettingsproces bij Voith Paper Fabrics eruit?
4. Waar bevinden zich verspillingen binnen het heatsettingsproces?
5. Wat kan gedaan worden om de verspillingen te minimaliseren?

Wat verspillingen zijn en hoe deze kunnen worden geïdentificeerd zal uitgelegd worden aan de hand van theorie. De theorie zal in het volgende hoofdstuk, hoofdstuk 2 *Theorie*, worden uitgelegd. Hieronder zal eerst worden uitgelegd hoe gekomen kan worden tot de beantwoording van onderzoeksvragen 3, 4 en 5.

1.3.1 HOE ZIET HET HUIDIGE PROCES ERUIT?

Om informatie te krijgen over hoe het proces eruit ziet zal meegedraaid worden met de werknemers van de heatsetting, zal gesproken worden met de productiemanager en zal gekeken worden naar de werkvoorschriften en databasebestanden. Door mee te draaien kan rechtstreeks gezien worden hoe het proces eruit ziet, hoe er gewerkt wordt en kan direct worden teruggekoppeld waarom bepaalde handelingen worden uitgevoerd zoals ze worden uitgevoerd. Uit het gesprek met de manager kan gehaald worden of de waargenomen werkwijze strookt met zijn ervaringen, hoe hij het proces graag zou willen zien en kunnen eventuele onduidelijkheden worden toegelicht. De werkvoorschriften bieden de kans om te zien of het proces zo wordt uitgevoerd zoals dat in eerste instantie bedoeld was en kan eventueel met de werknemers worden teruggekoppeld waarom bepaalde handelingen niet conform het voorschrift worden uitgevoerd. Het nakijken van de database bestanden kan tenslotte inzicht bieden in de veranderingen die het proces al heeft ondergaan en kan als controle dienen of de tot dan toe waargenomen ervaringen kloppen met wat eerder is vastgelegd. Samengevat worden de volgende activiteiten uitgevoerd voor het vormen van een beeld van het huidige proces:

- ✓ Drie dagen meelopen bij de heatsetting (eventueel vaker indien nodig).
- ✓ Interview(s) met management.
- ✓ Werkvoorschriften doornemen.
- ✓ Onderzoeken of database gegevens kloppen met waargenomen gegevens.

1.3.2 WAAR BEVINDEN ZICH VERSPILLINGEN?

Om de verspillingen te kunnen identificeren zullen hulpmiddelen worden gebruikt waarmee systematisch gezocht kan worden naar verspillingen. Het eerste wat bij LM gedaan wordt is het in kaart brengen van het te onderzoeken proces. Hiervoor zullen de hulpmiddelen IDEF-0 en *Process Activity Mapping* worden gebruikt.

Vanuit de theorie van LM worden processen in kaart gebracht met behulp van *Big Picture Mapping* (BPM) (Hines & Taylor, 2000). Bij BPM worden de informatiestromen en goederen in

kaart gebracht en aan elkaar gekoppeld om een beeld te krijgen van de gang van zaken bij een bedrijf of *supply chain*¹. Deze vorm van het in kaart brengen is echter meer geschikt voor complete bedrijven of *supply-chains*. Om toch een beeld te kunnen krijgen van het heatsettingsproces kan gebruik worden gemaakt van IDEF-0. Met behulp van IDEF-0 wordt in kaart gebracht welke processen plaatsvinden en van welke informatie- en goederenstromen deze afhankelijk zijn (Mershon, 1997). Met een IDEF-0 schema wordt ook duidelijk welke input en output nodig is voor het proces en geeft bovendien aan onder welke voorwaarden of procedures bepaalde stappen plaats moeten vinden en dankzij welke middelen een stap kan worden voltooid. Met behulp van *Process Activity Mapping* wordt het proces bekeken vanaf de werkvloer. Welke activiteiten voert men uit, hoelang wordt er over de activiteiten gedaan en in welke volgorde vinden ze plaats. Om de juiste informatie voor de 'kaarten' te vinden zal meegelopen worden bij het heatsettingsproces. Welke informatie tijdens het meelopen dient te worden verzameld en hoe de schema's van de PAM en IDEF-0 kunnen worden opgesteld zal in het volgende hoofdstuk, de paragrafen 2.4.1 en 2.4.2, worden uitgelegd. Als beide schema's zijn opgesteld kan gecontroleerd worden of VPF zich kan vinden in de geschetste schema's en of ze representatief zijn voor het heatsettingsproces. Deze controle kan plaatsvinden door de opgestelde schema's door te nemen met de operators en productiemanager. Indien nodig kunnen de schema's worden aangepast.

Het in kaart brengen zorgt ervoor dat duidelijk wordt hoe het heatsettingsproces in elkaar zit. Vervolgens kunnen de processen worden ingedeeld naar drie typen activiteiten: *waarde toevoegend*, *niet-waarde toevoegend* en *niet-waarde toevoegend, maar noodzakelijk*. Hiermee wordt duidelijk waar zich verspillingen voordoen waarop bezuinigd kan worden en welke verspillingen noodzakelijk zullen zijn. Voor het management is het van belang om te weten of het de moeite loont om bepaalde verspillingen te minimaliseren. Het is de vraag hoeveel het minimaliseren van verspillingen kan opleveren of anders gezegd, hoeveel de verspillingen kosten. Om te kunnen zien wat de verspillingen kosten kan gebruik worden gemaakt van *Activity Based Costing* (ABC). ABC is het proces van gericht toewijzen van kosten aan activiteiten. Voor het toepassen van ABC dient een overzicht te komen van de uitgaven van VPF, betreffende de heatsetting, en dienen *Cost drivers* te worden opgesteld om de kosten te kunnen verdelen over de activiteiten. Tenslotte kunnen de verspillingen worden ingedeeld naar de zeven soorten *Muda*. Uit de verdeling naar de soorten kunnen aanwijzingen worden verkregen om de verspillingen te minimaliseren.

- ✓ Opstellen van IDEF-0 diagram.
- ✓ Opstellen van *Process Activity Map*.
- ✓ Controleren van schema's.
- ✓ Schema's indelen naar de drie typen activiteiten.
- ✓ Financiële gegevens opvragen.
- ✓ Toepassen van *Activity Based Costing* op verspillingen.
- ✓ Verspillingen categoriseren op zeven soorten *Muda*.

¹ *Supply-chain*: Een serie van bedrijven of organisaties welke goederen en/of diensten levert tot de eindgebruikers. Binnen een bedrijf kunnen meerdere *Supply-chains* lopen (Slack, Chambers, & Johnston, 2007).

1.3.3 HOE KUNNEN DE VERSPILLINGEN WORDEN GEMINIMALISEERD?

Nu duidelijk is waar verspillingen plaatsvinden zullen deze zo klein mogelijk moeten worden gemaakt. De waarde van de verspillingen zijn met ABC van een geldwaarde voorzien waarmee het minimaliseren van de verspillingen kan leiden tot het omlaag brengen van de kosten.

De eerste stap in het minimaliseren van de kosten is door te zien welke activiteiten direct uit het proces verwijderd kunnen worden. Dit is reeds gedaan doordat de verspillingen zijn ingedeeld naar de drie typen activiteiten: *waarde toevoegend*, *niet-waarde toevoegend* en *niet-waarde toevoegend, maar noodzakelijk*. Voor de noodzakelijke verspillingen dienen alternatieven te worden gezocht die de functies die de verspillingen noodzakelijk maken kunnen opvangen. Een creatieve methode waarbij dit wordt gedaan is de *Abstractie techniek*. De theorie en de werking van deze technieken zal verder toegelicht worden in het volgende hoofdstuk in paragraaf 2.5. De gevonden oplossingen kunnen worden besproken op haalbaarheid. Voor het minimaliseren van verspillingen zullen de volgende activiteiten worden uitgevoerd.

- ✓ Aanwijzingen uit LM omschrijven
- ✓ Alternatieven bepalen voor de noodzakelijke verspillingen
 - *Abstractie techniek* toepassen.
- ✓ Haalbaarheid van oplossingen bespreken.
- ✓ Conclusies en aanbevelingen opstellen.

1.4 OPBOUW VAN HET VERSLAG

Hieronder volgt de opbouw van het verslag. Hier zullen de elkaar opvolgende hoofdstukken worden doorlopen met een korte uitleg over waar de hoofdstukken overgaan en hoe dit past binnen de hiervoor beschreven aanpak.

In het volgende hoofdstuk, hoofdstuk twee, zullen de achterliggende theorieën worden uitgelegd. Er wordt begonnen met de uitleg van *Lean Management* en hoe dit leidt tot kostenbesparingen. Bij deze uitleg zullen de hulpmiddelen, IDEF-0, PAM en ABC worden beschreven en hoe deze toegepast kunnen worden. Uit de toepassing van LM met IDEF-0, PAM en ABC zal een lijst komen van verspillingen die geminimaliseerd dienen te worden. Voor deze verspillingen kunnen alternatieven worden gezocht met behulp van de *Abstractie techniek*. Tot slot zal de samenhang van de theorieën, LM, IDEF-0, PAM, ABC en *Abstractie techniek* worden samengevat in een integraal model.

In hoofdstuk drie zal de uitgelegde theorie ten uitvoer worden gebracht. Hiertoe wordt eerst een algemene uitleg gegeven van de werking van het proces waarna IDEF-0 en PAM worden toegepast. De processen worden ingedeeld naar de drie typen activiteiten om de verspillingen te kunnen identificeren. Met behulp van ABC zullen de kosten van de verspillingen worden verdeeld. Tenslotte zullen de verspillingen worden ingedeeld naar de zeven typen verspillingen zoals gedefinieerd in paragraaf 2.3

In hoofdstuk vier zal gezocht worden manieren om de noodzakelijke verspillingen te minimaliseren. Er zal een uitleg worden gegeven welke aanwijzingen voortkomen uit LM en in paragraaf 4.2 zullen per verspilling mogelijke opties worden besproken. Uiteindelijk zullen de conclusies worden samengevat in een set van aanbevelingen voor VPF. Deze aanbevelingen zullen antwoord moeten geven aan de hoofdvraag van dit onderzoek.

2. REDUCEREN VAN VERSPILLINGEN

Om kosten te besparen bestaan vele theorieën en er is al veel over geschreven. Een theorie welke veel gebruikt wordt en waarmee men bij Voith Paper Fabrics ervaring heeft is die van *Lean Management*. In dit hoofdstuk zal worden uitgelegd wat *Lean Management* inhoudt en hoe met *Lean Management* gekomen kan worden tot kostenbesparingen, hoe *Lean Management* (LM) kan worden toegepast en wat dit betekent voor het onderzoek dat bij Voith Paper Fabrics (VPF) gedaan wordt.

2.1 KORTE BESCHRIJVING VAN LEAN MANAGEMENT

LM is een theorie welke zich focust rond het verwijderen van zoveel mogelijk afval, *Muda*. Deze management vorm is extensief toegepast en ontwikkeld door Toyota sinds de jaren vijftig (Motwani, 2003). Het idee achter LM is dat binnen een proces of organisatie geld wordt uitgegeven aan verschillende onderdelen en/of activiteiten. Voor sommige van deze onderdelen zal een klant bereid zijn te betalen, voor andere niet. De onderdelen waarvoor een klant niet bereid is te betalen zijn overmatig, deze onderdelen zijn 'afval' onderdelen binnen de bedrijfsprocessen. Als duidelijk kan worden waarvoor een klant bereid is te betalen kan hier de focus op worden gelegd en kan er gericht worden gewerkt aan de meest waardevolle activiteiten van het proces of de organisatie. De overige onderdelen bieden geen waarde voor klanten en dienen zoveel mogelijk te worden verwijderd. Deze onderdelen worden in LM terminologie ook wel *Muda* genoemd.

2.2 DE 3 TYPEN ACTIVITEITEN

LM draait om het managen van processen. Een proces zal bestaan uit één of meerdere activiteiten. Sommige van deze activiteiten zullen waarde toevoegen, andere niet (Hines & Taylor, 2000). Wanneer gedacht wordt in termen van *Muda* is het handig om activiteiten op te delen in waarde toevoegende activiteiten en niet-waarde toevoegende activiteiten. De waarde toevoegende activiteiten zijn die activiteiten waarvoor een klant bereid is te betalen. De overige activiteiten vallen onder de *Muda*, dit zijn de niet-waarde toevoegende activiteiten. Deze afval-activiteiten dienen zoveel mogelijk te worden verwijderd. Zoveel mogelijk omdat in de praktijk zal blijken dat sommige activiteiten weliswaar geen waarde toevoegen, maar wel noodzakelijk zijn om het proces te kunnen realiseren. Noodzakelijke activiteiten kunnen niet uit het huidige proces verwijderd worden, maar mogelijk wel uit een aangepast proces. Dit betekent dat er drie typen activiteiten kunnen worden onderscheiden: *Waarde toevoegende activiteiten*, *niet-waarde toevoegende activiteiten* en *niet-waarde toevoegende, maar noodzakelijke activiteiten*.

2.3 DE 7 TYPEN MUDA

Binnen LM staat het verwijderen van afval centraal. Hiervoor is een onderscheid gemaakt tussen typen activiteiten waarmee duidelijk wordt wat waarde toevoegt en wat niet. Alle activiteiten die niet-waarde toevoegend zijn worden gezien als afval. Om duidelijk te maken wat dit afval inhoudt heeft Shigeo Shingo voor het *Toyota Production System* een onderscheid gemaakt tussen zeven typen afval (Hines & Taylor, 2000).

- Overproductie: Het teveel of te snel produceren van producten wat leidt tot een verminderde stroom van informatie en/of goederen en te hoge voorraden.
- Defecten: Frequente afwijkingen in het papierwerk, problemen met de productkwaliteit en/of slechte leveringsprestaties.
- Onnodige voorraden: Excessieve opslag of vertragingen in informatie of goederen wat resulteert in hoge kosten en een slechte klantenservice.
- Onnodige bewerkingen: Gebruik van verkeerde gereedschappen, procedures of systemen voor een proces.
- Overmatig transport: overbodige verplaatsingen van mensen, informatie of goederen wat resulteert in verloren tijd en middelen.
- Wachttijden: Lange perioden van inactiviteit resulteert in slechte doorstroming en lange doorlooptijden.
- Onnodige beweging: Slechte organisatie van de werkplek leidt tot slechte ergonomische omstandigheden en frequent kwijtraken van spullen.

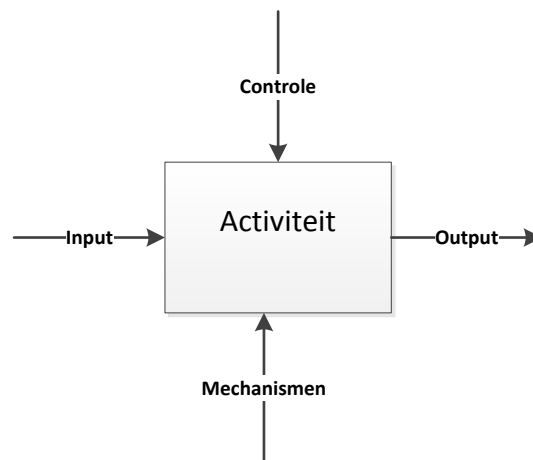
2.4 METHODEN OM 'AFVAL' TE IDENTIFICEREN

Nu is duidelijk *wat* gevonden dient te worden, maar nog niet *hoe* dit gevonden kan worden. Binnen LM wordt afval gevonden door het te onderzoeken proces in kaart te brengen. Er wordt gekeken naar welke stromen er plaatsvinden binnen een proces en hoe gekomen wordt van een begin materiaal tot een eindproduct. Er bestaan vele soorten kaarten voor vele soorten processen, maar lang niet elke kaart kan voor elk proces gebruikt worden. Voor het proces van VPF zal gebruik worden gemaakt van *Process Activity Mapping* (PAM) en het IDEF-0 diagram. Deze twee *tools* zijn gekozen omdat ze elkaar aanvullen en van compleet tegenovergestelde kanten het proces van VPF bekijken. Het IDEF-0 schema wordt opgesteld door te beginnen met de heatsetting als hoofdfunctie. Vervolgens wordt het complete proces opgedeeld in deelprocessen en wordt onderzocht wat de invoer en uitvoer is voor het gehele proces en de deelfuncties. De PAM focust op de uitgevoerde activiteiten. Het proces wordt in kaart gebracht door individuele activiteiten te noteren welke samen de heatsetting zullen vormen.

2.4.1 GEBRUIK VAN PROCESSCHEMA'S: IDEF-0

Het eerste schema dat opgesteld zal worden is dat van IDEF-0 (Mershon, 1997). Een IDEF-0 modellering is een manier om een proces in kaart te brengen aan de hand van een set van samenhangende activiteiten en/of functies. Met behulp van een IDEF-0 model kan gezien worden welke functies worden uitgevoerd, wat de resultaten (output) zijn van deze functies en hoe deze functies tot stand komen. Een IDEF-0 diagram heeft een simpele indeling van pijlen en blokken. Een diagram wordt begonnen met een groot blok dat de buitenste grens van het te beschrijven proces weergeeft. Op de volgende pagina staat een afbeelding van een functieblok. Binnen dit blok komen de activiteiten of *deelfuncties* te staan. Dit zijn de functies waaruit het proces is opgebouwd. Uit elk van de functies dient een **output** te komen. De output van een functie bestaat uit de uitgaande stroom informatie of materialen. Een functie zonder output moet eigenlijk niet gemodelleerd worden en indien dit wel het geval is, is deze kandidaat voor verwijdering. De output wordt weergegeven door een pijl welke rechts uit een blok wijst. Voor elke functie dient ook een **controle** pijl aanwezig te zijn. Deze pijlen geven aan welke elementen de functie reguleren en zorgen voor een gewenste output. Controle pijlen wijzen vanaf boven, richting het functieblok. De **mechanisme** pijlen wijzen vanaf onderen naar de functieblokken.

De mechanismen staan voor die elementen die de functie mogelijk maken. Tenslotte zijn er nog **input** pijlen die vanaf links naar een functieblok wijzen. Een input pijl geeft de middelen aan die worden veranderd door het proces.



Figuur 2.1: IDEF-0 activiteit. Een weergave van een activiteitenblok uit het IDEF-0 diagram. Aan de activiteit kan input worden geleverd, de activiteit moet worden gecontroleerd en dankzij bepaalde mechanismen kan de activiteit worden uitgevoerd met een bepaalde output als uitkomst.

Het opstellen van een IDEF-0 diagram gebeurt door het proces van buiten naar binnen te modelleren. Men begint met de buitenste laag, het gehele proces. Vervolgens modelleert men naar binnen door te kijken uit welke deelprocessen dit bestaat. Bij elk van deze deelprocessen kan weer opnieuw worden gekeken uit welke sub-processen deze bestaan. Op deze manier wordt vanaf 'buiten' naar 'binnen' gemodelleerd en ontstaat een gedetailleerd en toch overzichtelijk beeld van het proces.

Om uit een IDEF-0 schema de verspillingen te identificeren kan de output worden geanalyseerd. Alle output vanuit het IDEF-0 schema kan worden geclassificeerd als waardevol voor de klant of niet-waardevol voor de klant. De niet-waardevolle output is onnodige output en valt onder de verspilling, welke zoveel mogelijk geminimaliseerd dient te worden.

2.4.2 GEBRUIK VAN PROCESS ACTIVITY MAPPING

De tweede tool waarmee het heatsettingsproces in kaart wordt gebracht is *Process Activity Mapping* (PAM) (Hines & Taylor, 2000). Met PAM worden de activiteiten genoteerd zoals ze worden uitgevoerd waardoor een objectief beeld ontstaat van hoe het proces eruit ziet. Dit beeld wordt met de PAM geanalyseerd waardoor duidelijk zal worden waar zich verspillingen bevinden.

De PAM wordt begonnen met een 'trigger' activiteit. Deze geeft het startsein weer van de betreffende PAM. Vervolgens dient geobserveerd te worden welke activiteiten hierna plaatsvinden. Hierbij worden, naast de activiteiten, de begin- en eindtijden genoteerd en het aantal mensen dat bezig is met de activiteit. De PAM stopt bij de beëindiging van het proces. Handig is om de PAM in meerdere sessies op te stellen zodat zeker is dat er geen belangrijke activiteiten over het hoofd worden gezien en om te zien of de geobserveerde lijst met activiteiten uitschieters of uitzonderlijke activiteiten bevat.

Voor het analyseren schrijft de theorie van *Going Lean* (Hines & Taylor, 2000) voor om de activiteiten te categoriseren naar vier categorieën: Operaties, transporten, inspecties of vertragingen. Operaties zijn waarde toevoegende activiteiten of activiteiten waarvoor de klant bereid is te betalen. Transporten zijn verplaatsingen in of om de fabriek, liefst zoveel mogelijk verwijderen. Inspecties zijn controles van kwaliteit of kwantiteit van producten of informatie. Vertragingen zijn stappen waarbij producten of informatie worden opgeslagen, blijven staan of simpelweg worden opgehouden. De waarde toevoegende activiteiten zijn de activiteiten waarvoor de klant bereid is te betalen, de overige activiteiten zijn ongewenste kosten en dienen zoveel mogelijk te worden verwijderd. De nu gevonden data kan worden gebruikt om te lokaliseren waar zich verspillingen voordoen.

Een voorbeeld van een PAM is in de tabel (tabel 2.1) hieronder weergegeven en betreft het zetten van koffie. Voor het zetten van koffie moet heet water door de gemalen koffie stromen waarbij het water de geur en smaak van de gemalen koffie absorbeert.

Activiteit	Type	Begin	Eind	Tijd (min:sec)	# Mensen
Zin in koffie				00:00	
Pak de koffiekkan	T	00:00	00:03	00:03	1
Vul de koffiekkan met water	V	00:03	00:14	00:11	1
Water in koffiezetapparaat schenken	V	00:14	00:19	00:05	1
Tijdens vullen water niveau controleren	I	00:19	00:25	00:06	1
Overtollig water wegspoelen	V	00:25	00:29	00:04	1
Koffiekkan in apparaat plaatsen	T	00:29	00:31	00:02	1
Koffiefilter pakken	T	00:31	00:44	00:13	1
Koffiefilter vouwen	V	00:44	00:51	00:07	1
Koffiefilter in apparaat doen	V	00:51	00:56	00:05	1
Koffie pakken	T	00:56	01:00	00:04	1
Koffie in filter scheppen	V	01:00	01:12	00:12	1
Koffie terugzetten	T	01:12	01:14	00:02	1
Koffiezetapparaat aanzetten	V	01:14	01:16	00:02	1
Koffie laten doorlopen	O	01:16	04:48	03:32	0
Kopje pakken	T	04:48	04:55	00:07	1
Koffiekkan pakken	T	04:55	04:58	00:03	1
Koffie schenken	V	04:58	05:04	00:06	1

Tabel 2.1: Voorbeeld PAM voor het zeten van koffie. In de meest links kolom staan de activiteiten vermeldt met bovenin de 'trigger' activiteit. De activiteiten zijn geclassificeerd naar operaties (O), transporten (T), inspecties (I) en vertragingen (V). Daarnaast is telkens de begin en eindtijd genoteerd resulterend in een tijdsduur per activiteit en tot slot staat het aantal personen vermeld die betrokken zijn bij de uitvoering van de activiteit.

Het voorbeeld laat zien dat ook voor simpele processen vaak al veel activiteiten uitgevoerd moeten worden. In dit voorbeeld is één operatie aanwezig, de overige activiteiten dienen zoveel mogelijk te worden verwijderd. Dit kan door individuele activiteiten of groepen van activiteiten aan te pakken of door het proces van koffiezetten radicaal om te gooien. Zo zou in dit voorbeeld het koffiefilter vervangen kunnen worden door een vast filter waardoor 'filter pakken', 'filter vouwen', en 'filter in apparaat doen' worden aangepakt of door het gehele proces te automatiseren waardoor alleen 'koffiezetapparaat aanzetten' en 'koffie laten doorlopen' overblijven.

Wat in de gaten moet worden gehouden is dat het minimaliseren van verspillingen mogelijk investeringen vereisen. Investeringsbeslissingen worden meestal gemaakt door het management en het is voor het management van belang of een dergelijke investering wel voldoende oplevert.

2.4.3 ACTIVITY BASED COSTING OM KOSTEN TE BEPALEN

Om te zien wat de verwachte besparingen zullen zijn van de niet-waarde toevoegende activiteiten en wat de mogelijke investeringsruimte is voor een alternatief kan gebruik gemaakt worden van *Activity Based Costing* (ABC) (Drury, 2008).

Vaak wordt er geld uitgegeven aan specifieke kostenposten zoals loon. In ABC worden posten waar geld aan wordt uitgegeven ook wel *Cost Centres* genoemd. Loon wordt uitbetaald aan werknemers voor het aantal uren dat ze hebben gewerkt. In veel gevallen zal een werknemer zijn tijd niet besteden aan een enkele activiteit, maar een variëteit aan activiteiten. Hoeveel geld er aan elke activiteit wordt uitgegeven hangt in dit geval af van de tijd die een werknemer besteedt aan elke activiteit. De verdeling van de kosten geschiedt met behulp van een *Cost driver*. Stel dat een werknemer €400,- kost per week en veertig uur per week werkt. Een deel van de activiteiten van de werknemer bestaat uit administratie, tien uur. De *Cost Centre* is in dit geval de €400,- loon, de activiteit waarvan bekend moet worden hoeveel dit kost is de administratie en de *Cost Driver* geschiedt per uur waarbij één uur €10,- kost. Tien uur wordt besteed aan administratie, de administratie activiteit kost €100,-. Echter dit is waar als er alleen betaald hoeft te worden voor het loon. Realistischer is dat er kosten bijkomen voor een computer, elektriciteit en indien een deel wordt uitgeprint, papier, inkt, printer, opbergsysteem et cetera. Ook de overige kosten kunnen worden toegekend aan activiteiten op basis van hun *Cost Drivers*. Bijvoorbeeld op basis van welk deel van het opbergsysteem gebruikt wordt voor administratie. Voor ABC geldt, hoe meer detail, hoe beter de gelijkenis met de werkelijkheid, echter men moet niet in het oneindige doorgaan. Waarschijnlijk is het praktischer het aantal pakken papier gebruikt voor de administratie te noteren dan het precieze aantal blaadjes. Met behulp van *Activity Based Costing* zal een overzicht ontstaan hoeveel geld, waar aan wordt uitgegeven en daarmee wat de verwachte besparingen kunnen zijn.

2.5 MANIEREN OM MET VERSPILLINGEN OM TE GAAN

Met behulp van IDEF-0 en PAM zal duidelijk worden welke verspillingen plaatsvinden bij de heatsetting. Dankzij ABC ontstaat een beeld van de kosten die gemoeid zijn bij deze verspillingen. Wat nog niet duidelijk is, is de manier waarop met de verspillingen om zal worden gegaan. Dit wordt in deze paragraaf besproken.

Het doel van LM is om de verspillingen binnen een bedrijf of proces te minimaliseren. In eerste instantie dient hierbij gedacht te worden aan het verwijderen van onderdelen uit bedrijfsprocessen. Eerder (paragraaf 2.3) is dit bij LM al benoemd als zijnde *niet-waarde toevoegende activiteiten*. Andere verspillingen vallen ook onder de *niet-waarde toevoegende activiteiten*, maar zijn noodzakelijk voor de uitvoer van het proces. Voor deze noodzakelijke verspillingen bestaan mogelijk alternatieven waarmee de verspilling van deze activiteiten kan worden geminimaliseerd.

Voor het vinden van alternatieven bestaan vele manieren. Om alternatieven te vinden voor de noodzakelijke verspillingen zal rekening gehouden moeten worden met de functies die de verspillingen uitvoeren. Deze verspillingen bevatten functies die uitgevoerd moeten worden om het proces te kunnen volbrengen. Een methode voor het vinden van alternatieven waarbij rekening wordt gehouden met de functies die uitgevoerd moeten worden is de *Abstractie*

techniek (AT) (Walravens, 1994). Hieronder volgt een uitleg van de toepassing van de methode voor het vinden van alternatieven.

AT, deze aanpak is er vooral op gericht om geheel nieuwe ideeën op te doen. Bestaande ontwerpen worden verworpen en er wordt bij de basis begonnen, de basis functie waaraan het ontwerp moet voldoen.

- **Ingangs- en Uitgangskennmerken:** Formuleer in eerste instantie wat het ontwerp moet volbrengen en waarmee. Denk in blokschema's. 'Waar wordt mee begonnen' en 'Waar eindigen we mee'.
- **Functieschema:** De ingangskennmerken worden veranderd door de hoofdfunctie daartussen in. Deze hoofdfunctie kan bestaan uit deelfuncties en er kunnen eventuele hulpfuncties worden gedefinieerd. Het functieschema is er om de verschillende deelfuncties voor de oplossing te onderzoeken.
- **Werkwijze overzicht:** In deze stap wordt er voor elk deel- en hulpfunctie blok een of meerdere praktische werkwijzen bedacht. 'Op welke manieren kan een functie worden vervuld'.
- **Combineren:** De werkwijzen kunnen tenslotte gecombineerd worden tot verschillende alternatieven. Let er op dat de alternatieven voldoen aan de voorwaarden en houdt rekening met de wensen.

Aan het eind van deze fase zullen er meerdere geschikte alternatieven zijn waaruit gekozen kan worden. Ze zijn volledig beschreven zodat duidelijk is wat elk alternatief inhoud.

2.6 INTEGRAAL MODEL

De voorgaande hulpmiddelen zijn in het kader van LM uitgelegd om verspillingen te identificeren, te kwantificeren en op te lossen. In deze paragraaf zal uitgelegd worden hoe deze hulpmiddelen samen invulling geven aan LM waardoor een integraal model ontstaat.

De overkoepelende theorie voor dit onderzoek is die van *Lean Management*. Hierin wordt verteld dat processen meer moeten focussen op waarde toevoegende activiteiten en zoveel mogelijk niet-waarde toevoegende activiteiten moeten afstoten. Processen kunnen worden ingedeeld naar drie typen activiteiten en de niet-waarde toevoegende activiteiten zijn verspillingen of in de Japanse term: *Muda*.

Om verspillingen te kunnen vinden in de praktijk zullen de te onderzoeken processen in kaart moeten worden gebracht. Hierdoor ontstaat inzicht in de werking van de processen en kan een duidelijker onderscheid worden gemaakt tussen welke processen waardevol zijn en welke processen verspillingen zijn. De hulpmiddelen waarmee de heatsetting in kaart kan worden gebracht zijn de *IDEF-0* en de *Process Activity Map* (PAM).

Met IDEF-0 wordt het proces als één geheel, één groot blok bekeken. Dit blok staat in contact met de omgeving. Hier gaan middelen naartoe en dezelfde middelen, zij het misschien in andere vorm, gaan er ook weer uit. Met behulp van IDEF-0 wordt het proces in relatie tot de omgeving in kaart gebracht. Hiernaast ziet IDEF-0 het proces als één blok waarin van alles gebeurt. Door dit grote blok op te delen zullen duidelijke deelfuncties ontstaan die samen de heatsetting vormen.

Aanvullend op het IDEF-0 diagram wordt de PAM toegepast. De benadering van PAM ten opzichte van de heatsetting is totaal anders. In plaats van het systeem als één groot geheel te zien begint de PAM met het waarnemen van individuele activiteiten. Deze activiteiten samen zullen uiteindelijk de heatsetting vormen. Wanneer de PAM wordt toegepast zal een beeld ontstaan dat, in een andere weergave, gelijk is aan die van het IDEF-0 diagram. Op deze manier vullen de PAM en IDEF-0 elkaar aan en ontstaat een compleet en gedetailleerd beeld van het heatsettingsproces.

Door de theorie van LM toe te passen op de 'kaarten' van IDEF-0 en PAM kunnen verspillingen worden geïdentificeerd. Als duidelijk is waar zich verspillingen voordoen zal onderzocht moeten worden hoe deze het beste verwijderd kunnen worden. Sommige verspillingen zullen direct te verwijderen zijn en andere zullen noodzakelijk blijken voor het verloop van het proces. Voor de noodzakelijke verspillingen kunnen alternatieven worden gezocht.

Om aan te tonen wat de impact is van de verspillingen en binnen welk budget alternatieven kunnen worden gezocht zal *Activity Based Costing* worden toegepast. Hiermee wordt duidelijk welke kosten hangen aan de verspillingen en wat de verspillingen op jaarbasis kunnen opleveren.

Voor het onderzoek naar alternatieven zal gebruik worden gemaakt van de aanwijzingen die vanuit LM worden gegeven en door de toepassing van de *Abstractie techniek* (AT) waar mogelijk. Hiervoor worden de ingangs- en uitgangskennmerken genoteerd samen met de functies die worden uitgevoerd. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van IDEF-0 schema's welke weer zullen passen binnen het schema gemaakt voor de analyse.

De hulpmiddelen zullen praktische handvatten geven om de theorie van LM ten uitvoer te kunnen brengen. Telkens kan worden teruggekoppeld hoe de hulpmiddelen aansluiten op de theorie en hieraan invulling geven. Door de continue interactie tussen theorie en praktijk ontstaat een integraal model waarmee de theorie ten uitvoer kan worden gebracht.

3. IDENTIFICEREN VAN WASTE BIJ VOITH

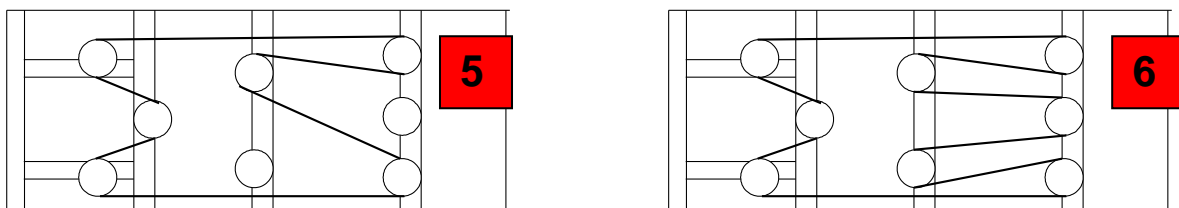
In dit hoofdstuk zullen de verspillingen die plaatsvinden bij de heatsetting bij Voith Paper Fabrics (VPF) worden geïdentificeerd. De eerste stap hiertoe is dat het proces dient te worden beschreven. Vervolgens zal het proces worden ingedeeld naar de drie typen activiteiten uit *Lean Management* om de verspillingen te identificeren. Dit gebeurt door het proces in kaart te brengen met IDEF-0 en PAM. Om te zien hoeveel bespaard kan worden met de gevonden verspillingen zal ABC worden toegepast. Tenslotte zal worden gecategoriseerd welke typen *Muda* aanwezig zijn en van hieruit kan gezocht worden naar oplossingen om de verspillingen te minimaliseren.

3.1 BESCHRIJVING VAN HET HUIDIGE PROCES

In deze paragraaf zal het heatsettingsproces worden beschreven zodat een beeld gevormd kan worden van de werking van het proces en de globale werking duidelijk wordt. Het heatsettingsproces is op te delen in vier deelprocessen: relaxatie, intrekken, spannen & krimpen en uittrekken.

Bij het eerste proces worden zeven gerelaxeerd. Dit proces hoeft niet voor elk zeef te worden uitgevoerd, Lange zeven en zeven welke zijn gemaakt uit meerdere klossen achter elkaar dienen voordat ze de oven in gaan te relaxeren. Voor het relaxeren worden de zeven op een verrijdbare bok gerold en dienen ze drie dagen te rusten. Tijdens het rusten vormt het plastic zich meer naar het gewenste patroon waardoor de spanning tussen de spiralen verminderd.

Het volgende proces bestaat uit het intrekken van een zeef in de bakoven. Een zeef kan hierbij komen vanaf een verrijdbare bok of uit een kar. Voor het intrekken van een zeef dient vastgesteld te worden welk spanpatroon er gebruikt kan worden, afhankelijk van de lengte van de zeef. Ter illustratie zijn hieronder twee voorbeelden van spanpatronen weergegeven in figuur 3.1 (Voith Paper Fabrics, 2006) zoals ze worden gebruikt bij VPF, het vijfde en zesde spanpatroon.



Figuur 3.1: Twee spanpatronen voor zeven. Het linker patroon gebruikt niet alle walsen en heeft een minimale opspanmaat van 24,89m, met een maximale spanmaat van 60,77m. Het rechter patroon gebruikt alle walsen en heeft een minimale opspanmaat van 30,45m en een maximale spanmaat van 80,85m. De opspanmaat is minimaal nodig om de zeef te kunnen sluiten. De spanmaat is de maximale lengte tot waar een zeef kan worden opgerek.

Voordat een zeef de oven in wordt getrokken, worden rollen papier over de grond uitgerold en worden de zeven gecontroleerd. Het papier dient ter bescherming zodat de zeven niet beschadigd zullen raken van het slepen over de grond. Het controleren vindt plaats door de zeef (of een deel van de zeef indien de zeef langer is dan de afstand tussen de oven en de kar) op het

papier te leggen en vervolgens de randen licht aan te kloppen met de voet om te zien of er overall steekdraden zijn gebruikt en of er vouwen of andere onregelmatigheden in de zeef zitten. Waar nodig worden delen van de zeef verwijderd of steekdraden toegevoegd. Als een zeef (of zeef-deel) de oven in kan wordt het ene uiteinde bevestigd aan een aanloopdoek of aan een zeef dat al in de oven zit met het juiste spanpatroon. Indien een ander spanpatroon gebruikt wordt, wordt de zeef aan een aanloopdoek genaaid. Aan het aanloopdoek zit een touw dat door de oven wordt geleid volgens het spanpatroon en vervolgens wordt het uiteinde van het touw bevestigd aan de vaste bok voor de bakoven. Door de walsen en de bok te laten draaien wordt de zeef in de oven getrokken. Indien een zeef hetzelfde spanpatroon gebruikt als de nieuwe zeef kunnen de zeven aan elkaar worden vastgemaakt met behulp van een steekdraad en kan de geheatsette zeef aan een aanloopdoek worden genaaid en uit de oven worden getrokken met behulp van de vaste bok. Als de nieuwe zeef om de walsen heen zit kan deze los worden gemaakt en worden gesloten door een steekdraad te plaatsen tussen de spiralen van het begin en het einde van de zeef. Vervolgens worden de randen van de zeef bijgesneden tot een strakke rand en kan de ovendeur worden gesloten.

Nu de zeef in de oven zit kan begonnen worden met het verwarmen. De zeef wordt verwarmd door hete lucht welke van achter, onderin de oven naar binnen wordt geblazen. Ten tijde dat de oven deur gesloten blijft zullen de walsen de zeef continu laten ronddraaien. Onder een ingestelde spanning zal de zeef worden verwarmd, eerst vlot tot 100°C en daarna telkens met 10°C per 10 minuten tot ongeveer 170°C. Dit gebeurt gestaag zodat de zeef gelijkmatig kan worden verwarmt en er geen ongewenste vervormingen optreden. Als de gehele zeef op temperatuur is gebracht begint het oprekken van de zeef. Dit gebeurt door de spanning en de gewenste lengte van de zeef in te stellen. Het oprekken komt tot stand doordat de voorste walsen elke keer een stukje naar voren worden geplaatst. Als de zeef de gewenste lengte heeft bereikt zal de temperatuur nog verder worden verhoogd tot 220°C en zal de spanning opnieuw worden ingesteld tot een spanning van 0,5kg lager dan de machinespanning van de klant. Onder deze temperatuur en spanning krijgt de zeef de kans te krimpen gedurende 20 tot 30 minuten afhankelijk van de grootte van de zeef. Tenslotte wordt het verwarmen gestopt en kan er begonnen worden met het afkoelen. Dit afkoelen gebeurt door geen hete lucht meer toe te voeren aan de oven en tenslotte door de ovendeuren te openen.

De laatste stap van het heatsettingsproces bestaat uit het uittrekken van de zeven, uit de oven in een kar. Als de zeef voldoende is afgekoeld wordt er een aanloopdoek gepakt en aan de vaste bok bevestigd. Vervolgens worden de randen van de zeef strak bijgesneden en kan de zeef worden losgemaakt. Een steekdraad wordt uit de zeef getrokken waardoor weer een begin en einde ontstaat aan de zeef. Een van de einde wordt vastgemaakt aan het aanloopdoek. Door de vaste bok te laten draaien wordt de zeef uit de oven getrokken. Als de zeef op de bok is gedraaid kan de zeef worden afgewikkeld en losjes in een kar worden gevouwen. De zeef is nu 'geheatset' en kan naar het volgende proces, de finishing of vulafdeling.

3.2 PROCESINDELING NAAR DRIE TYPEN ACTIVITEITEN

In deze paragraaf zal het heatsettingsproces worden ingedeeld naar de drie typen activiteiten uit de LM theorie: *Waarde toevoegende activiteiten*, *niet-waarde toevoegende activiteiten* en *niet-waarde toevoegende, maar noodzakelijke activiteiten*. Om dit te kunnen doen wordt eerst het proces in kaart gebracht met IDEF-0 en de PAM. Hierbij volgt een eerste indeling naar *waarde*

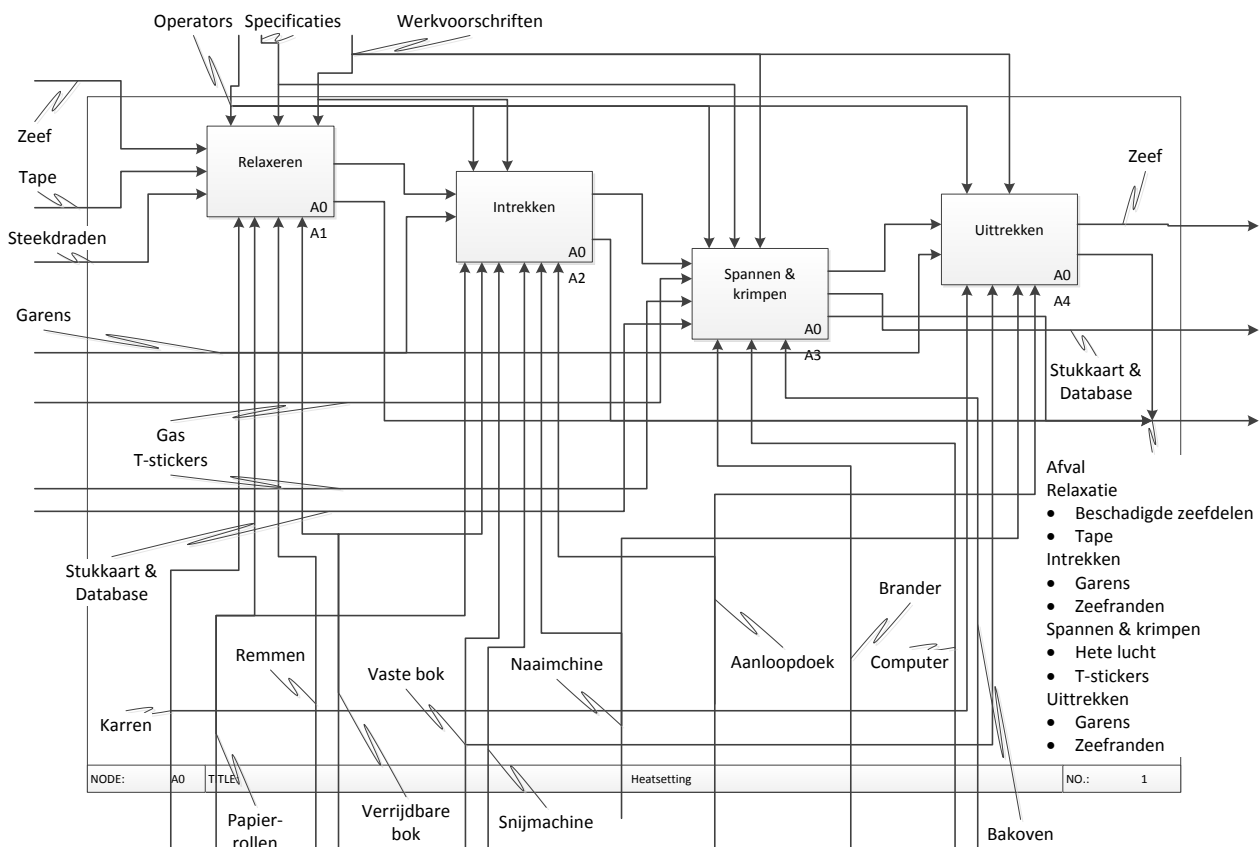
toevoegend en niet-waarde toevoegend (verspillingen). Als deze indeling is gemaakt zal duidelijk zijn welke onderdelen uit de heatsetting verspillend zijn. Deze lijst met verspillingen kan vervolgens verder worden onderzocht naar noodzaak. Er wordt onderscheid gemaakt in *noodzakelijke* en *niet-noodzakelijke* verspillingen. De *niet-noodzakelijke* verspillingen dienen verwijderd te worden uit het proces. De *noodzakelijke* verspillingen dienen te worden geminimaliseerd.

3.2.1 WAARDE TOEVOEGEND EN NIET-WAARDE TOEVOEGEND

Het indelen van het heatsettingsproces naar *waarde toevoegend* en *niet-waarde toevoegend*.

3.2.1.1 MET BEHULP VAN IDEF-0

Hier wordt het proces gepresenteerd in een IDEF-0 schema. Een IDEF-0 schema bestaat uit een hoofdfunctie met deelfuncties en kan waar nodig verder worden opgedeeld om inzicht te verschaffen in de werking van het proces. Elke functie levert **output** op. Deze output wordt gerealiseerd door **input** te veranderen met **mechanismen** en het proces wordt gecontroleerd door **controls**. Voor het opstellen van het schema wordt begonnen met één hoofdfunctie: de heatsetting. Het schema is opgedeeld in de vier deelprocessen zoals ook in paragraaf 3.1 beschreven. Vervolgens is per functie vastgesteld wat de input is (pijlen vanaf links), wat de output is (pijlen naar rechts), waardoor de functie gereguleerd wordt (pijlen vanaf boven) en wat de functies mogelijk maken (pijlen vanaf onder).



Figuur 3.1: IDEF-0 diagram Heatsetting. Het proces is opgedeeld in vier deelprocessen. Vanaf links staat de input welke wordt veranderd in de output rechts. De processen worden gecontroleerd door de regulaties vanaf boven en kunnen plaatsvinden dankzij de mechanismen vanaf onder

Vanuit het IDEF-0 overzicht kunnen verspillingen worden geïdentificeerd door de output te analyseren. Voor elk van de output onderdelen dient bepaald te worden of ze waardevol voor de klant zijn of niet. De niet-waardevolle output is overtollige output en kan worden gezien als afval van het heatsettingsproces. Of output waardevol is hangt ervan af of de klant hier wat mee zal doen. Hieronder volgt per output of deze waardevol is of niet en waarom.

De zeven zijn waardevol voor de klant. Dit zijn immers de producten waarvoor klanten in eerste instantie naar VPF gaan. **De stukkaart** is niet direct waardevol voor de klant. Bij elk zeef ligt een stukkaart en op de stukkaart staat informatie van de bijbehorende zeef. Een stukkaart wordt niet meegeleverd aan de klant. Stukkaarten zijn niet van waarde voor een klant. **De database** is een ander onderdeel waarin informatie wordt bijgehouden van de processen die de zeven ondergaan bij de heatsetting. Deze database kan gebruikt worden als bron van informatie voor procesverbetering of als bron van bewijs indien een klant vermoedt dat er niet is voldaan aan de specificatie-eisen. Bij een dichtere kijk op de database blijkt echter dat ook deze taken niet hiervoor zijn weggelegd. De informatie binnen de database is niet compleet, de nauwkeurigheid is afhankelijk van en verschilt per operator en er is geen controle op de juistheid van de ingevoerde informatie. Dit betekent dat de database geen waarde toevoegende rol heeft voor klanten.

De overige output is al gekenmerkt als afval doordat dit output is welke eindigt in de afvalbak en dus niet bij klanten. **Beschadigde zeefdelen** zijn het resultaat van fouten bij de naadafdeling of opslag van zeven. Bij het aan elkaar zetten van de zeefspiralen kan het voorkomen dat twee spiralen niet gekoppeld worden en er kunnen vouwen ontstaan. **De tape** wordt gebruikt om een zeef aan een verrijdbare bok te plakken zodat deze recht blijft zitten tijdens het opdraaien. Als de zeef vervolgens weer van de bok af is wordt de tape bij het afval gedeponerd. **De garens** helpen bij het vastmaken van een zeef aan een aanloopdoek. De garens worden met een naaimachine bevestigd en worden losgetrokken en weggegooid wanneer het aanloopdoek los wordt gemaakt van de zeef. **Zeefranden** worden afgesneden bij het intrekken en uittrekken. Bij het intrekken worden de randen bijgesneden zodat de randen recht lopen en er geen ongewenste vervormingen ontstaan. Bij het uittrekken zijn de zeefranden door de warmte deels gedesimaliseerd, vanuit de spiraalvorm dreigt het plastic weer terug te gaan naar een rechte draad. Het effect is dat de uiteinden enigszins uitwaaiëren wat voor problemen kan zorgen bij het in een kar doen van een zeef. Hierdoor kunnen vouwen ontstaan. Het plastic dat afkomstig is van de zeven wordt gescheiden opgevangen en verkocht aan een plastic leverancier voor recycling. Wanneer de zeven zijn gespannen en gekrompen dienen de zeven af te koelen. De deuren van de heatsetting worden opengezet en **de hete lucht** verdwijnt in de openlucht. Dit betekent dat alle energie met deze lucht mee verdwijnt. De zeven dienen een voldoende hoge temperatuur te ontvangen. Dit is, samen met het tegelijkertijd spannen van zeven, de onderscheidende kracht van VPF. **De temperatuur stickers (T-stickers)** worden gebruikt door de operators om de temperaturen die de zeven ontvangen te monitoren. De stickers worden aan een zeef bevestigd en door, door de ruitjes van de bakoven te turen kan de temperatuur worden afgelezen. Als de zeven zijn afgekoeld worden de stickers verwijderd en weggegooid.

Met behulp van IDEF-0 is vastgesteld dat het waardevolle element uit de output van de heatsetting **de zeven** zijn. De overige output bestaat uit informatie en afval welke niet gebruikt zal worden door klanten. Deze output is niet waardevol voor de klant en valt daarmee onder de verspillingen. De gevonden verspillingen zijn **de stukkaart, de database, beschadigde zeefdelen, tape, garens, afgesneden zeefranden, hete lucht en temperatuur stickers**.

3.2.1.2 MET BEHULP VAN PROCESS ACTIVITY MAPPING

Het vinden van verspillingen met behulp van *Process Activity Mapping* (PAM) begint met het observeren van de activiteiten die uitgevoerd worden bij het heatsettingsproces. Deze activiteiten zullen samen het heatsettingsproces vormen en zullen met de PAM worden geanalyseerd waarna duidelijk zal worden waar zich verspillingen bevinden.

De activiteiten worden onder elkaar weergegeven samen met de tijd en het aantal mensen dat de activiteiten uitvoeren. Vervolgens kunnen deze worden gecategoriseerd in de vier categorieën: Operaties (O), transporten (T), inspecties (I) en vertragingen (V). Operaties zijn waarde toevoegende activiteiten of activiteiten waarvoor de klant bereid is te betalen. Transporten zijn verplaatsingen in of om de fabriek, liefst zoveel mogelijk verwijderen. Inspecties zijn controles van kwaliteit of kwantiteit van producten of informatie. Vertragingen zijn stappen waarbij producten of informatie worden opgeslagen, blijven staan of simpelweg worden opgehouden.

Niet altijd is het even duidelijk welke activiteiten waarde toevoegen en welke niet. Het drie dagen laten staan van de bok onderin de Relaxatie PAM (tabel 3.1a) kan worden gezien als vertraging omdat een zeef hierdoor drie dagen stilstaat. Tijdens deze drie dagen speelt zich echter het relaxatie proces af waardoor de spiralen binnen een zeef kunnen wennen aan de vorm waarin ze zijn geforceerd. Dit proces voorkomt dat er vouwen ontstaan tijdens het spannen en krimpen. Doorslaggevend voor operaties is of de activiteit veranderingen toebrengt aan het product die waardevol zijn voor de klant en daarmee waarde toevoegen aan het product. Een ander voorbeeld waarbij onduidelijkheid kan ontstaan is het verschil tussen vertraging of transport zoals bij het wegvegen van afval onderin de Intrekken PAM (tabel 3.1b). Het afval wordt met de bezem verplaatst en kan hierom transport lijken of het vegen kan worden gezien als proces dat vertragend werkt.

Om het overzicht te behouden is ervoor gekozen om de activiteiten te groeperen in dezelfde vier groepen gebruikt in de paragrafen 3.1 en 3.2.1: Relaxeren, intrekken, spannen & krimpen en uittrekken. Hieronder en op de volgende pagina's zijn de vier PAM's weergegeven.

#	Activiteit	Type	Begin	Eind	Tijd (uu:mm:ss)	# Mens
	Kar komt Heatsetting binnen				0:00:00	
1	Stukkaart bekijken	I	0:00:00	0:00:12	0:00:12	1
2	Papier pakken	T	0:00:12	0:00:22	0:00:10	1
3	Papier uitrollen	V	0:00:22	0:00:54	0:00:32	1
4	Kar naar vaste bok duwen	T	0:00:54	0:01:17	0:00:23	2
5	Remmen pakken	T	0:01:17	0:01:33	0:00:16	1
6	Remmen onder kar ztten	V	0:01:33	0:01:38	0:00:05	1
7	Verrijdbare bok pakken	T	0:01:38	0:02:10	0:00:32	2
8	Zeef tot verrijdbare bok trekken	T	0:02:10	0:02:27	0:00:17	2
9	Eerste deel zeef controleren	I	0:02:27	0:03:07	0:00:40	2
10	Tape pakken	T	0:03:07	0:03:16	0:00:09	1
11	Zeef over verrijdbare bok trekken	V	0:03:16	0:03:20	0:00:04	2
12	Zeef vastplakken	V	0:03:20	0:04:10	0:00:50	2
13	Zeef rechtplakken	V	0:04:10	0:04:30	0:00:20	2
14	Zeef eerste stuk oprollen	T	0:04:30	0:04:48	0:00:18	2
15	Volgende stuk controleren	I	0:04:48	0:07:12	0:02:24	2
16	Stukje oprollen	T	0:07:12	0:08:12	0:01:00	2
17	Zeef aan het eind vasttappen	V	0:08:12	0:08:49	0:00:37	2
18	Stukkaart pakken	T	0:08:49	0:08:55	0:00:06	1
19	Stukkaart vasttappen	V	0:08:55	0:08:58	0:00:03	1
20	Bok wegrijden	T	0:08:58	0:09:33	0:00:35	1
21	Bok drie dagen laten staan	O	0:09:33	0:09:33	3-0:00:00	0
22	Remmen terugleggen	T	0:09:33	0:09:49	0:00:16	1
23	Kar weggrollen	T	0:09:49	0:10:04	0:00:15	2
24	Papier terugrollen	V	0:10:04	0:10:18	0:00:14	1
25	Papier terugleggen	T	0:10:18	0:10:56	0:00:38	1

Tabel 3.1a, links: Relaxatie PAM, activiteiten in uitgevoerde volgorde voor het relaxeren van een zeef. In de meest linkse kolom staan de activiteiten vermeldt. De eerste activiteit is de 'trigger' welke het startsein van de relaxatie aankondigt. In de tweede kolom staat de categorie voor elke activiteit: O Operatie, I Inspectie, T Transport en V Vertraging. Vervolgens staat de begin en eindtijd genoteerd met in de vijfde kolom de tijdsduur en in de zesde en meest rechtse kolom het aantal mensen dat bij de activiteit betrokken is. De laatste eindtijd is de totale tijdsduur van het deelproces. Uitzondering bij de relaxatie is de drie extra dagen, welke niet bij de eindtijd staan vermeldt.

Intrekken						
#	Activiteit	Type	Begin	Eind	Tijd (uu:mm:ss)	# Mens
	Heatset planning				0:00:00	
26	Stukkaart bekijken	I	0:00:00	0:00:12	0:00:12	1
27	Verrijdbare bok pakken	T	0:00:12	0:00:32	0:00:20	1
28	Papier pakken	T	0:00:32	0:00:42	0:00:10	1
29	Papier uitrollen	V	0:00:42	0:01:14	0:00:32	1
30	Zeef eraf tillen tot 1e wals	T	0:01:14	0:01:34	0:00:20	2
31	Afloopdoek van bok tot 1e wals	T	0:01:34	0:02:03	0:00:29	2
32	Naaimachine klaarleggen	T	0:02:03	0:02:14	0:00:11	1
33	Trekwalsen terugdraaien	V	0:02:14	0:02:30	0:00:16	1
34	Steekdraad eruit trekken	V	0:02:30	0:02:55	0:00:25	2
35	Zeef over wals terugdraaien	V	0:02:55	0:03:02	0:00:07	2
36	Naad losmaken	V	0:03:02	0:03:19	0:00:17	2
37	Onderste kant vastnaaien aan zeef	V	0:03:19	0:03:43	0:00:24	2
38	Aanloopstuk aan zeef naaien	V	0:03:43	0:04:07	0:00:24	2
39	Naaimachine opruimen	T	0:04:07	0:04:18	0:00:11	1
40	Bok op laten wikkelen	T	0:04:18	0:04:23	0:00:05	2
41	Zeef naar vaste bok begeleiden	T	0:04:23	0:05:18	0:00:55	2
42	T-stickers plakken	V	0:05:18	0:05:24	0:00:06	1
43	Laatste stuk handmatig begeleiden	V	0:05:24	0:05:33	0:00:09	2
44	steekdraad weghalen	V	0:05:33	0:05:58	0:00:25	2
45	Nieuwe zeef vastmaken	V	0:05:58	0:06:24	0:00:26	2
46	rommel opruimen	V	0:06:24	0:07:03	0:00:39	2
47	Oude zeef helemaal op bok rollen	T	0:07:03	0:07:07	0:00:04	2
48	Remmen weghalen	T	0:07:07	0:07:23	0:00:16	1
49	Verrijdbare bok terug zetten	T	0:07:23	0:07:36	0:00:13	1
50	Nieuw zeef straktrekken	V	0:07:36	0:07:53	0:00:17	1
51	Papier terugrollen	V	0:07:53	0:08:07	0:00:14	1
52	Papier terugleggen	T	0:08:07	0:08:45	0:00:38	1
53	Walssnelheid aanpassen	V	0:08:45	0:08:47	0:00:02	1
54	T-stickers plakken	V	0:08:47	0:09:17	0:00:30	1
55	Lengte meten	I	0:09:17	0:10:07	0:00:50	1
56	Snijmachine & afvalbak pakken	T	0:10:07	0:10:12	0:00:05	1
57	Bijsnijden	V	0:10:12	0:11:02	0:00:50	1
58	Afval wegvegen	V	0:11:02	0:11:28	0:00:26	1
59	Ovendeur sluiten	V	0:11:28	0:11:40	0:00:12	1

Tabel 3.1b, links: Intrekken PAM, lijst van activiteiten betreffende het intrekken van een zeef. De trigger activiteit is de Heatset planning. Afhankelijk van de planning wordt bepaald welke zeef ingetrokken wordt.

Tabel 3.1c, rechts: Spannen & krimpen PAM, lijst met activiteiten betreffende het spannen & krimpen van zeven in de bakoven. Alleen zeven die de bakoven zijn ingetrokken kunnen worden gespannen en gekrompen, vandaar dat dit de trigger activiteit is. Sommige activiteiten hebben overlap, zoals het controleren tijdens het 'Zeef rekken' en 'Zeef krimpen'.

Spannen & krimpen						
#	Activiteit	Type	Begin	Eind	Tijd (uu:mm:ss)	# Mensen
	Zeef is in kast getrokken				0:00:00	
60	Bakoven aanzetten	V	0:00:00	0:15:00	0:15:00	1
61	Zeef verwarmen	O	0:15:00	1:23:00	1:08:00	1
62	Zeef controleren	I	1:23:00	1:26:12	0:03:12	2
63	Zeef spanning instellen	V	1:26:12	1:26:20	0:00:08	1
64	Zeeflengte berekenen	V	1:26:20	1:26:30	0:00:10	1
65	Zeeflengte instellen	V	1:26:30	1:26:40	0:00:10	1
66	Zeef rekken	O	1:26:40	1:52:40	0:26:00	1
67	Zeef controleren	I	1:52:40	1:57:40	0:05:00	2
68	Nieuwe spanning instellen	V	1:57:40	1:57:48	0:00:08	1
69	Nieuwe T instellen	V	1:57:48	1:57:52	0:00:04	1
70	Zeef verwarmen	O	1:57:52	2:17:52	0:20:00	1
71	Zeef krimpen	O	2:17:52	2:51:52	0:34:00	1
72	Zeef controleren	I	2:51:52	2:56:24	0:04:32	2
73	Gasoven uitzetten	V	2:56:24	2:56:36	0:00:12	1
74	Ovendeur open zetten	V	2:56:36	2:56:51	0:00:15	1
75	Zeef afkoelen	O	2:56:51	3:16:51	0:20:00	0

Voor het identificeren van verspillingen is het niet praktisch om alle activiteiten per stuk te analyseren. Sommige activiteiten vormen een groep net zoals de vier groepen waarin de activiteiten in eerste instantie zijn opgedeeld. Voor de bepaling van groepen is gekeken welke activiteiten logischerwijs mee veranderen indien een bepaalde activiteit wordt aangepast. Zo kan voor de activiteiten van 'Papier pakken', 'Papier over de grond rollen', 'Papier terugrollen', 'Papier terugleggen' worden vastgesteld dat indien er een alternatief komt om de zeven te beschermen van de vloer al deze activiteiten aangepast zullen worden om dit alternatief door te voeren.

Uittrekken						
#	Activiteit	Typ	Begin	Eind	Tijd (uu:mm:s)	# Mens
	Zeef is afgekoeld				0:00:00	
76	Afloopdoek pakken	T	0:00:00	0:00:29	0:00:29	1
77	Afloopdoek op bok bevestigen	V	0:00:29	0:00:38	0:00:09	1
78	Afloopdoek klaarleggen onder zeef	T	0:00:38	0:00:41	0:00:03	1
79	Stoel, stift, driehoek pakken	T	0:00:41	0:00:58	0:00:17	1
80	Lijn langs rand trekken	V	0:00:58	0:01:48	0:00:50	1
81	Snijmachine pakken	T	0:01:48	0:01:54	0:00:06	1
82	Rand afsnijden	O	0:01:54	0:02:44	0:00:50	1
83	T-stickers verwijderen	V	0:02:44	0:03:38	0:00:54	1
84	Afval opruimen	V	0:02:44	0:03:10	0:00:26	1
85	Zeef controleren	I	0:03:10	0:04:15	0:01:05	2
86	Machine stilzetten	V	0:04:15	0:04:18	0:00:03	1
87	Steedraad eruit trekken	V	0:04:18	0:04:33	0:00:15	2
88	Spanwalsen terugzetten	V	0:04:33	0:04:38	0:00:05	1
89	Naad lostrekken	V	0:04:38	0:04:45	0:00:07	2
90	Naaimachine pakken	T	0:04:45	0:04:50	0:00:05	1
91	Afloopdoek aan zeef naaien	V	0:04:50	0:05:14	0:00:24	2
92	Naaimachine terugleggen	T	0:05:14	0:05:20	0:00:06	1
93	Zeef uit oven trekken	T	0:05:20	0:06:14	0:00:54	2
94	Kar pakken, voor bok zetten	T	0:06:14	0:06:45	0:00:31	2
95	Zeef in kar doen	T	0:06:45	0:07:32	0:00:47	2
96	Stukkaart in de kar doen	T	0:07:32	0:07:49	0:00:17	1

Tabel 3.1d: Uittrekken PAM, lijst met activiteiten betreffende het uittrekken van een zeef. Als de bakoven en de zeef voldoende zijn afgekoeld (wals temperatuur maximaal 70°C) kan begonnen worden met het uittrekken van een zeef.

Hieronder zijn groepen gemaakt van verspillingen waarbij wordt vermeld om welke activiteiten het gaat, onder welk nummer ze zijn vermeldt in de PAM en wat de bijdrage is aan de cyclustijd:

Papier: Het papierpakken houdt in dat er papier over de vloer wordt uitgerold waardoor de zeven niet zullen beschadigen wanneer ze over de vloer worden gesleept. Hieronder vallen de activiteiten: 'Papier pakken'(2, 28), 'Papier uitrollen'(3, 29), 'Papier terugrollen'(24, 51), 'Papier terugleggen'(25, 52). De tijd besteedt aan Papier bedraagt ongeveer 3 minuten en 8 seconden per cyclus en 62 uur en 40 minuten op jaarbasis.

Remmen: De remmen zijn nodig zodat de karren waar de zeven inzitten blijven staan wanneer de zeven uit de karren worden getild. Weglaten zou betekenen dat de karren rollen wanneer de zeven eruit worden getild/getrokken. Hieronder vallen de activiteiten: 'Remmen pakken'(5), 'Remmen onder de kar zetten'(6), 'Remmen weghalen'(22). De tijd besteedt aan Remmen bedraagt ongeveer 37 seconden per cyclus en 12 uur en 20 minuten op jaarbasis.

Plakken: Het plakken dient ertoe dat de zeven recht kunnen worden opgerold op een losse bok voor relaxatie. Het niet recht oprollen zou betekenen dat tijdens het relaxatie proces er vouwen zullen ontstaan in plaats van dat de relaxatie dit verminderd. Hieronder vallen de activiteiten: 'Tape pakken'(10), 'Zeef over losse bok trekken'(11), 'zeef vastplakken'(12), 'zeef recht plakken'(13), 'Zeef aan het eind vast tapen'(17). De tijd besteedt aan Plakken bedraagt ongeveer 2 minuten per cyclus en 39 uur en 40 minuten op jaarbasis.

Controle voor het spannen & krimpen: Voordat een zeef de oven in gaat wordt deze gecontroleerd. Tijdens deze controle worden de zeven glad gestapt en worden delen die niet goed zijn verwijderd of bijgewerkt. De activiteiten vinden plaats binnen de Intrekken PAM. Hieronder vallen de activiteiten: 'Eerste deel zeef controleren'(14), 'Volgende stuk controleren'(15). De tijd besteedt aan deze controle bedraagt ongeveer 3 minuten en 4 seconden per cyclus en 61 uur en 20 minuten op jaarbasis

Controle tijdens het spannen & krimpen: Tijdens het spannen & krimpen wordt gecontroleerd of de zeven wel de juiste temperatuur krijgen en of de zeven geen ongewenste vervormingen zullen vertonen. De activiteiten vinden plaats binnen de Spannen & Krimpen PAM. Hieronder vallen de activiteiten: 'Zeef controleren' (62, 67, 72) uit de PAM spannen &

krimpen. De tijd besteedt aan deze controle bedraagt ongeveer 12 minuten en 44 seconden per cyclus en 254 uur en 40 minuten op jaarbasis

Controle na het spannen & krimpen: De controle na het spannen & krimpen vindt plaats terwijl de nog in de oven zit en al voldoende is afgekoeld. Hieronder vallen de activiteiten: 'Zeef controleren'(85). De tijd besteedt aan deze controle bedraagt ongeveer 1 minuut en 5 seconden per cyclus en 21 uur en 40 minuten op jaarbasis

Lijn trekken: Dit proces vindt plaats wanneer een zeef voldoende is afgekoeld en wordt gevolgd door het bijsnijden van de zeef. Het trekken van de lijn zorgt ervoor dat, voordat de randen worden bijgesneden, men zeker is dat de rand recht zal worden bijgesneden en dat de breedte van de zeef overal gelijk is. De activiteiten vinden plaats binnen de Uittrekken PAM. Onder de Lijn trekken verspilling vallen de activiteiten: 'Stoel, stift, driehoek pakken'(79), 'Lijn langs rand trekken'(80). De tijd besteedt aan Lijn trekken bedraagt ongeveer 1 minuut en 7 seconden per cyclus en 22 uur en 20 minuten op jaarbasis

De gegroepeerde verspillingen vormen samen 25% van de waargenomen activiteiten, 24 uit totaal 96 activiteiten. Samen staan deze activiteiten voor 22 minuten en 45 seconden per cyclus. Dit komt neer op een 0,5 % van de totale bewerkingstijd voor zeven. Hier moet echter aan worden toegevoegd dat 95% van de tijd wordt besteedt aan de relaxatie welke 3 dagen duurt per cyclus. De relaxatie legt het kapitaal van VPF drie dagen vast, maar voorkomt dat zeven vouwen vertonen tijdens het spannen & krimpen. Op deze manier levert het relaxeren meer op dan dat het kost en valt het onder de operaties. Een alternatief of verkorting van het relaxeren lijkt nu echter nog niet haalbaar. Enkele andere operaties welke veel tijd kosten zijn het 'Zeef verwarmen' (61, 70), 'Zeef rekken'(66), 'Zeef krimpen'(71) en 'Zeef afkoelen'(75). Samen goed voor drie uur en 14 minuten. Deze activiteiten voegen waarde toe aan het product doordat ze veranderingen toebrengen aan de zeven die waardevol zijn voor de klant. Verkortingen voor deze processen zijn wellicht mogelijk, maar het is bij de PAM onduidelijk waar zich de verspillingen bevinden binnen deze activiteiten. Het IDEF-0 diagram heeft hier wel een (gedeeltelijk) antwoord op gegeven doordat hier duidelijk werd dat veel warmte energie verloren gaat aan het einde van het proces. Energie die voor deze activiteiten wordt gebruikt. Dit maakt duidelijk dat de PAM niet alle verspillingen zal identificeren, maar ook dat het verspillingen kan identificeren. Ook betekent dit dat mogelijk niet alle verspillingen geïdentificeerd zijn. Om toch gericht verspillingen aan te kunnen pakken wordt ervoor gekozen de verspillingen aan te pakken waarvan duidelijk is dat het verspillingen zijn. De verspillingen die gevonden zijn met de gebruikte hulpmiddelen PAM en IDEF-0.

3.2.2 NIET-WAARDE TOEVOEGENDE ACTIVITEITEN, NOODZAKELIJK OF NIET

In de vorige paragraaf is gezocht naar verspillingen. Om dit te kunnen doen is het proces van de heatsetting in kaart gebracht en is onderzocht welke delen van de heatsetting waarde toevoegen en welke niet. Hiermee is een indeling aangebracht van waarde-toevoegende activiteiten en niet-waarde toevoegende activiteiten. Terugkijkend op de theorie van LM is hier de indeling in de drie typen activiteiten te herkennen uit paragraaf 2.2. Er is echter sprake van drie typen activiteiten, **waarde toevoegend, niet-waarde toevoegend** en **niet-waarde toevoegend, maar noodzakelijk**. In deze paragraaf zullen de niet-waarde toevoegende activiteiten, ofwel verspillingen worden onderzocht op noodzakelijkheid. De niet-noodzakelijke verspillingen kunnen direct worden verwijderd terwijl voor de noodzakelijke verspillingen alternatieven kunnen worden gezocht om ze toch te minimaliseren.

Om te zien welke verspillingen noodzakelijk zijn en welke niet dient per verspilling geanalyseerd te worden wat de effecten zijn indien deze uit het proces zouden worden verwijderd.

3.2.2.1 VERSPILLINGEN VANUIT HET IDEF-0 SCHEMA:

Stukkaart: Zonder stukkaart kan er onduidelijkheid ontstaan over welke zeef in welke kar ligt. Het is noodzakelijk dat bijgehouden wordt welke zeef in welke kar ligt, wat er al met de zeef is gebeurd en wat er nog moet gebeuren. Door deze informatie direct bij de betreffende zeven neer te leggen wordt de kans op fouten zoals het per ongeluk omwisselen van zeven verkleint. Deze verspilling is **noodzakelijk**.

Database: Zonder database wordt de informatie van een zeef enkel nog vermeldt op de stukkaart (in ieder geval betreffende de heatsetting, waarschijnlijk bevatten andere afdelingen nog wel digitale bestanden van zeven). De database slaat procesinformatie op (Voith Paper Fabrics, 2013) en zou als doel kunnen hebben dat, ingeval van gebreken aan het product, teruggezocht kan worden waardoor de fout is ontstaan en de informatie zou kunnen leiden tot procesverbetering. Hiervan is echter geen sprake omdat de database in de huidige opzet lege velden bevat, informatie van sommige zeven dubbel is ingevoerd en de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de informatie verschilt per operator. De database dient geen doel en is **niet noodzakelijk** voor de heatsetting.

Beschadigde zeefdelen: Het heatsettingsproces kan zonder deze verspilling. De bron voor deze verspilling ligt echter in voorgaande processen. Of het mogelijk is om te voorkomen dat er beschadigde zeefdelen in een zeef zitten vergt verder onderzoek naar de voorgaande processen. De beschadigde zeefdelen kunnen niet zondermeer worden verwijderd en zijn daarmee **noodzakelijk**.

Tape: Het tape wordt gebruikt voor het recht plakken van een zeef op een verrijdbare bok en om de stukkaart op de plaats te houden. Zonder de tape is het nagenoeg onmogelijk om de zeven recht op een losse bok te rollen. Deze verspilling overlapt de verspilling 'Plakken' uit de PAM. Deze verspilling wordt gezien als **noodzakelijk**.

Garens: Zonder de garens zal een zeef niet blijven zitten aan een aanloopdoek. Dit betekent dat een zeef niet meer in of uit de bakoven getrokken kan worden met behulp van een aanloopdoek. De garens zijn **noodzakelijk**.

Afgesneden zeefranden: Er worden tweemaal zeefranden afgesneden, eenmaal voor het spannen & krimpen en eenmaal erna. De zeefranden die voor het spannen & krimpen worden afgesneden, worden afgesneden om de zeven rechte randen te geven en ongewenste vervormingen tegen te gaan. Door de randen niet af te snijden wordt de kans op vervormingen vergroot. Of het niet meer afsnijden opweegt tegen de kans op vervormingen zal blijken uit de ABC. De zeefranden die na het spannen & krimpen worden afgesneden, worden afgesneden zodat de zeefranden weer strak zijn en dat deze de zeef niet in de weg liggen wanneer deze in een kar wordt gelegd. Omdat het afsnijden van zeefranden vervormingen tegengaat geldt deze verspilling voorlopig als **noodzakelijk**.

Hete lucht: De hete lucht is noodzakelijk voor het verwarmen van de zeven tijdens het heatsettingsproces. Het is niet mogelijk om de hete lucht weg te laten uit het proces, maar

mogelijk bestaan er alternatieven om besparingen mogelijk te maken door terugwinning of vermindering van de hete lucht. De hete lucht is **noodzakelijk**.

T-stickers: Zonder de temperatuurstickers kan de temperatuur van de zeven tijdens het span & krimp proces niet in de gaten worden gehouden. Dit betekent dat er onduidelijkheid bestaat over welke temperatuur de zeven al hebben ondergaan wat het moeilijker maakt voor de operators om op tijd te beginnen met spannen en krimpen. Hierdoor wordt de kans vergroot dat er zeven worden geproduceerd die niet voldoen aan de eisen van de klant. Het kunnen aflezen van de temperatuur (en daarmee de t-stickers) is **noodzakelijk** voor het heatsettingsproces.

3.2.2.2 VERSPILLINGEN VANUIT DE PAM:

Papier: Indien het gebruik van papier wordt verwijderd kan het heatsettingsproces nog steeds worden uitgevoerd. Het risico dat hierbij echter ontstaat is dat een zeef door het wrijven over de vloer beschadigd raakt. Hierdoor is de verspilling papier toch **noodzakelijk**.

Remmen: Verwijderen van de remmen zal ervoor zorgen dat de karen waarin de zeven zitten meerrollen wanneer de zeven uit de karren worden getrokken/getild. Het is met menselijke kracht alleen niet te doen om de zeven in één keer uit de karren te tillen. De remmen zijn **noodzakelijk** om de karren op de plek te houden.

Plakken: Het plakken is een hulpmiddel voor het recht oprollen van een zeef op een verrijdbare bok. Indien verwijderd zou dit het lastig, zo niet onmogelijk maken voor de operators om de zeven recht op een verrijdbare bok te krijgen. Het plakken vergemakkelijkt het proces en is **noodzakelijk** voor het verloop van het proces.

Controle voor het spannen & krimpen: Indien verwijderd bestaat de kans dat een zeef ingetrokken wordt terwijl er al een vouw inzit of dat tijdens het intrekken een zeef in tweeën valt door een missende steekdraad. Ook zonder het controleren zou het heatsettingsproces kunnen worden voortgezet, maar hierdoor ontstaat de kans dat een zeef de bakoven in gaat met fouten in de zeef resulterend in een verspilt spannen & krimpen proces. Deze verspilling blijft **noodzakelijk** voor het heatsettingsproces.

Controle tijdens het spannen & krimpen: Verwijdering van deze controle zal de kans vergroten dat tijdens het spannen & krimpen een vervorming in een zeef ontstaat. Dankzij de controle hebben operators de mogelijkheid in te grijpen wanneer ze een vervorming zien ontstaan en kunnen ze deze mogelijk oplossen. Bijkomend is dat tijdens de controle de temperatuur in de gaten wordt gehouden waardoor de operators weten wanneer de temperatuur dien te worden verlaagd of wanneer begonnen kan worden met het spannen. Om de zeven correct te kunnen spannen & krimpen is deze controle **noodzakelijk**.

Controle na het spannen & krimpen: Het verwijderen van deze controle heeft geen directe impact op het heatsettingsproces. In principe is de zeef al gecontroleerd tijdens het spannen & krimpen waardoor de zeef al goed de bakoven uit zal komen. Deze controle is **niet noodzakelijk** voor het heatsettingsproces.

Lijn trekken: Zonder het trekken van een lijn voor het bijsnijden ontstaat de kans dat een zeef scheef wordt afgesneden. Een scheef afgesneden zeef kan voor problemen zorgen bij de het

vulproces². Indien een zeef niet gevuld hoeft te worden levert dit geen problemen op aangezien de finishing afdeling de randen zelf de breedte zal meten en de randen afwerkt. Deze verspilling is **niet noodzakelijk**.

Vanuit de voorgaande analyse blijkt dat een aantal verspillingen direct uit het proces verwijderd kan worden. De reden hiervoor is omdat verwijdering van deze activiteiten geen effecten lijkt te hebben op het verloop van het heatsettingsproces. Het gaat om de volgende activiteiten:

- Controle na het spannen & krimpen
- Lijn trekken
- Database

De overige verspillingen zijn noodzakelijke verspillingen. Hiervoor bestaan mogelijk alternatieve oplossingen. Om te zien wat de tot nu toe gevonden besparingen zullen opleveren zal ABC worden toegepast op deze verspillingen. Hiernaast zal ABC worden toegepast om te onderzoeken wat het budget is voor de aanpak van de overige verspillingen.

3.3 TOEWIJZEN VAN KOSTEN AAN VERSPILLINGEN

In deze paragraaf zal worden ingegaan op de toewijzing van kosten op de gevonden verspillingen. Dit gebeurt met behulp van *Activity Based Costing* (ABC) (Drury, 2008). Door kosten toe te wijzen aan de verspillingen wordt duidelijk wat het weglaten van verspillingen oplevert en binnen welk budget alternatieven moeten blijven om kostenbesparend te zijn. Voor het toewijzen van de kosten zijn financiële gegevens nodig van VPF. Deze heeft VPF echter liever niet voor iedereen beschikbaar en daarom is deze data bijgevoegd in bijlage B.

Bij VPF wordt onderscheid gemaakt tussen vijf kostenposten voor de heatsetting: **Personeel, gas, onderhoud, T-stickers en overig**. Voor de toewijzing van de kosten worden voor deze posten de jaarlijkse kosten genomen om toe te wijzen. Om deze kosten te kunnen toewijzen aan de verschillende elementen waaruit de heatsetting is opgebouwd moeten *Cost Drivers* worden gedefinieerd.

De **personeelskosten** kunnen worden verdeeld op basis van kosten per uur, per werknemer. Op basis van een 36-urige werkweek, met 48 werkweken per jaar voor zes man personeel.

De **gaskosten** bestaan uit het gebruikte aantal kubieke meters gas dat wordt gebruikt door de Bakoven. Onduidelijk is echter hoeveel exact wordt verbruikt gedurende de verschillende activiteiten die plaatsvinden in de Bakoven. Om deze rede worden de kosten voor gas verdeeld over het geschatte aantal uren dat de Bakoven aan staat. Gemiddeld omdat de uit de database van de heatsetting, *Uittreksel database Thermofixatie* (Voith Paper Fabrics, 2013) niet duidelijk kan worden gemaakt hoeveel uur de Bakoven werkelijk per jaar wordt gebruikt.

Naast de stookkosten moet de Bakoven worden **onderhouden**. Het onderhouden van de bakoven zorgt ervoor dat de bakoven kan worden gebruikt. De *Cost Driver* voor de onderhoudskosten kan uitgedrukt worden in de kosten per uur dat de Bakoven wordt gebruikt. Hiervoor wordt ook het geschatte aantal uren gebruikt dat de Bakoven aanstaat.

² Proces waarbij spiralen worden opgevuld door plastic draden om de luchtdoorlaatbaarheid te controleren

De kosten voor de **T-stickers** worden gemaakt bij elk zeef dat opgewarmd wordt in de Bakoven. Deze kosten worden verspreid over het geschatte aantal geheatsette zeven. Dit aantal wordt geschat op basis van de informatie uit de database, *Uittreksel database Thermofixatie* (Voith Paper Fabrics, 2013). In deze database worden regelmatig zeven dubbel ingevoerd omdat de zeven in meerdere sessies worden opgewarmd en opgerekt vanwege de grote formaten van sommige zeven. De schatting is gebaseerd op het totaal aantal unieke zeven gevonden in de database: circa 1200 zeven per jaar.

De **overige** kosten worden gemaakt tijdens het in- en uittrekken van de zeven, voor de aankoop van gereedschappen en materialen en het verwerken van het afval. Gegeven het aantal zeven per jaar (1200) en dat het in- en uittrekken ongeveer 20 minuten per cyclus duurt kunnen de kosten worden verdeeld over 400 uur in- en uittrekken.

Naar aanleiding van deze allocatie van kosten aan *Cost drivers* en met behulp van de gevonden informatie bij de PAM tabellen en het IDEF-0 schema kunnen de kosten worden bepaald voor de gevonden verspillingen. De kosten van verspillingen zijn in bijlage B in een grote tabel opgesomd. De meeste kosten worden verspild bij de Hete lucht. Dit maakt het aantrekkelijk om hiervoor op zoek te gaan naar kostenverminderingen. Hier is echter al meerdere keren naar gekeken. Alternatieve machines bleken duur en er zijn al verscheidene aanpassingen gemaakt om de kosten te verminderen zoals een vernieuwing van de gasbrander. Vanwege de grootte van de kostenpost zal onderzocht worden of besparingen te maken zijn voor de verspilling van energie, maar zal niet alleen hier op gefocust worden aangezien al meerdere keren is onderzocht of besparingen kunnen worden gemaakt.

3.4 INDELING VAN VERSPILLINGEN NAAR ZEVEN TYPEN *MUDA*

In deze paragraaf zullen de noodzakelijke verspillingen worden ingedeeld naar de zeven typen *Muda*. Door de verspillingen in te delen is het mogelijk om te zien welk type het meest voorkomt en/of de meeste financiële invloed heeft op het heatsettingsproces. Om de verspillingen in te delen zal kort worden beschreven wat de typen inhouden en vervolgens zal per type worden beschreven welke verspillingen horen bij de typen *Muda*.

Een korte beschrijving van de zeven typen afval (Hines & Taylor, 2000).

- Overproductie: Het teveel of te snel produceren van producten wat leidt tot een verminderde stroom van informatie en/of goederen en te hoge voorraden.
- Defecten: Frequente afwijkingen in het papierwerk, problemen met de productkwaliteit en/of slechte leveringsprestaties.
- Onnodige voorraden: Excessieve opslag of vertragingen in informatie of goederen wat resulteert in hoge kosten en een slechte klantenservice.
- Onnodige bewerkingen: Gebruik van verkeerde gereedschappen, procedures of systemen voor een proces.
- Overmatig transport: overbodige verplaatsingen van mensen, informatie of goederen wat resulteert in verloren tijd en middelen.
- Wachttijden: Lange perioden van inactiviteit resulteert in slechte doorstroming en lange doorlooptijden.
- Onnodige beweging: Slechte organisatie van de werkplek leidt tot slechte ergonomische omstandigheden en frequent kwijtraken van spullen.

Verdeling van verspillingen naar typen Muda:

Overproductie: Hier is één verspilling voor geïdentificeerd: Hete lucht. De hete lucht valt hieronder doordat voor het verwarmen van de zeven meer hete lucht wordt geproduceerd dan nodig. Hoewel het ook mogelijk is dat de keuze voor verwarmen met lucht verkeerd is, is in dit geval sprake van een overvloed aan warme lucht en daarmee van overproductie.

Defecten: Dit type is aanwezig binnen de gevonden verspillingen in de vorm van de twee controles en het afsnijden van de zeefranden. In het geval van de controle gaat het om het voorkomen van defecten. Het gaat om controle voor frequente afwijkingen in de zeven. De zeefranden kunnen worden opgedeeld in twee delen: de zeefranden die voor het spannen & krimpen worden afgesneden en de zeefranden die na het spannen & krimpen worden afgesneden. De zeefranden voor het spannen & krimpen zijn ter voorkomen van defecten tijdens het spannen & krimpen. De zeefranden na het spannen & krimpen bestaan uit kromgetrokken randen welke niet voldoen aan de kwaliteitseisen voor de zeven en/of het gebruik van de zeven.

Onnodige Voorraden: Er zijn geen verspillingen gevonden hoewel deze wel in meer of mindere mate aanwezig is. Voor de heatsetting staat een voorraad van zeven welke klaar zijn om de oven in te gaan. Het gaat hierbij gemiddeld om een dag voorraad van ongeveer tien zeven. Deze verspilling is bij dit onderzoek niet meegenomen als verspilling omdat deze verspilling blijkbaar niet opduikt in de gebruikte analyse methode. Voor het verminderen van deze voorraad zal een afweging gemaakt moeten worden tussen de kosten voor het stilstaan van de bakoven en de verminderde kosten indien zeven gemiddeld minder lang opgeslagen staan. De verwachting is echter dat, gegeven het aantal zeven in voorraad van tien, het verschil in voorraad zal gaan over slechts enkele zeven. Omdat deze verspilling niet eerder gevonden is in de gebruikte methode en omdat het de verwachting is dat er geen grote besparingen met het aanpakken van deze verspilling kunnen worden gemaakt zal deze ook niet verder worden onderzocht.

Onnodige Bewerkingen: Hiervan zijn veel verspillingen voor geïdentificeerd (6 van de 10 verspillingen). Van de verspillingen Papier, Remmen, Plakken, Stukkaart, T-stickers en Garens kan gezegd worden dat er mogelijk gebruik wordt gemaakt van de verkeerde middelen. Hoewel dit een zeer algemene vaststelling is zoals hier ook eerder al een opmerking over is gemaakt betreffende de Hete lucht verspilling, geldt voor deze verspilling dat deze typering het beste bij deze zes verspillingen past.

Overmatig transport: Dit type is niet gevonden met de huidige methode. Hoewel er is gekeken naar de transport activiteiten met de PAM is er geen verspilling getypeerd als Overmatig transport. Dit komt door de groepering van activiteiten waarbij bepaalde transport activiteiten zijn samengevoegd met andere activiteiten. Op gebruik van gereedschappen en hulpmiddelen is overigens al duidelijk wel gelet bij VPF. Dit is te zien aan het feit dat gereedschappen voor het naaien en de afvalbakken dicht bij de plekken staan waar ze worden gebruikt (binnen drie meter) terwijl deze netjes opgeruimd staan wanneer niet gebruikt. Doordat de werkplek er netjes opgeruimd bij staat en VPF zelf al heeft gekeken om de transporten binnen de heatsetting te minimaliseren zal er geen verder onderzoek plaatsvinden naar Overmatig transport bij de heatsetting.

Wachttijden: Van dit type zijn geen verspillingen genoteerd, maar zijn wel degelijk aanwezig. Tijdens het spannen & krimpen en dan met name tijdens het afkoelproces, is er sprake van wachttijden voor de operators. De wachttijden vullen de operators zoveel mogelijk door zeven

op losse bok te draaien voor relaxatie en door zover mogelijk voorbereidingen te treffen voor het intrekken van een volgende zeef. Ook zijn de operators flexibel in hun pauzes door juist een pauze op te nemen wanneer er gewacht moet worden. In sommige gevallen van wachttijden is het echter lastig om te kunnen komen tot een goede invulling van de wachttijden omdat het in sommige gevallen gaat om tientallen seconden of enkele minuten.

Onnodige bewegingen: Dit type verspilling is niet gevonden met de huidige onderzoeksmethode. Er kunnen voorbeelden gevonden worden van dit type verspilling. Een voorbeeld is dat operators soms moeten bukken tijdens de controle voor het spannen & krimpen. Mogelijk is dit een gevolg van slechte organisatie met verminderde ergonomie op de werkplek tot gevolg. De operators lijken overigens geen last te hebben van het bukken. Aangezien onduidelijk is waar sprake is van onnodige beweging en de operators hier geen last van lijken te hebben wordt ervoor gekozen in dit onderzoek verder geen aandacht te besteden aan dit type verspilling.

In de volgende tabel is samengevat welke verspillingen onder welke typen *Muda* vallen.

Type verspilling	Verspilling
1 Overproductie	Hete lucht
2 Defecten	Controle voor sp & kr
	Controle tijdens sp & kr
	Afgesneden zeefranden
3 Onnodige voorraden	-
4 Onnodige bewerkingen	Papier
	Remmen
	Plakken
	Stukkaart
	Garens
	T-stickers
5 Overmatig transport	-
6 Wachttijden	-
7 Onnodige bewegingen	-

Tabel 3.3, Links, Verspillingen per type Waste: tabel laat zien welke verspillingen gevonden zijn van de zeven typen Waste.

Wat uit de indeling naar typen verspilling naar voren komt is dat niet alle verspillingen gevonden zijn met de gebruikte methoden PAM en IDEF-0. Dit betekent niet dat de voorgaande analyse fout is, maar wel dat aanvullend onderzoek mogelijk is. Door de verspillingen in te delen ontstaat ook een beeld van de richting waarin gezocht kan worden om de verspillingen aan te pakken. Welk beeld dit is zal in het volgende hoofdstuk, paragraaf 4.1 uitgelegd worden.

4. VERSPILLINGEN MINIMALISEREN

In dit hoofdstuk zal besproken worden hoe de gevonden verspillingen geminimaliseerd kunnen worden. Bij het minimaliseren dienen verspillingen volgens *Lean Management* zoveel mogelijk te worden verwijderd. In paragraaf 4.1 zal worden uitgelegd hoe met *Lean Management* gekomen wordt tot de minimalisatie van verspillingen. In de daaropvolgende paragraaf 4.2 zullen opties worden besproken per verspilling om deze verspillingen te minimaliseren. Bij deze bespreking is ook het overleg over de haalbaarheid ingevoegd.

4.1 OPLOSSINGEN MINIMALISEREN VANUIT *LEAN MANGEMENT*

Lean Management (LM) is een theorie of management methode waarbij de focus ligt op minimalisatie van verspillingen zodat de focus kan worden gelegd op de voor de klant belangrijke activiteiten van het bedrijf. Hiertoe wordt een bedrijf in kaart gebracht, worden verspillingen geïdentificeerd door de processen in te delen naar drie typen activiteiten en zeven typen *Muda*. Naast dat LM aangeeft hoe verspillingen gevonden kunnen worden biedt de theorie ook aanwijzingen om verspillingen te minimaliseren. Dit zijn aanwijzingen en geen directe oplossingen omdat elk bedrijf en elke verspilling telkens anders zijn en afhankelijk zullen zijn van telkens andere factoren. Bij VPF zijn aan de hand van LM verspillingen geïdentificeerd en hier zal worden besproken welke aanwijzingen LM geeft om deze te minimaliseren.

In eerste instantie kunnen de bedrijfsactiviteiten worden opgedeeld in drie typen: Waarde toevoegend, niet-waarde toevoegend en niet-waarde toevoegend, maar noodzakelijk. Alle niet-waarde toevoegende activiteiten vormen verspillingen en dienen volgens de LM theorie zoveel mogelijk te worden verwijderd. Van de niet-waarde toevoegende activiteiten zullen sommigen direct verwijderd kunnen worden, wat dan ook dient te gebeuren, en zullen sommigen noodzakelijk blijken voor het verloop van het proces. In het vorige hoofdstuk is reeds een onderscheid gemaakt tussen de drie typen activiteiten en hieruit blijkt dat de volgende drie verspillingen de aanbeveling krijgen te worden verwijderd: **Controle na spannen & krimpen**, **Lijn trekken** en **Database**. De overige verspillingen blijken noodzakelijk en hiervoor dient verder gezocht te worden naar manieren voor minimalisatie.

De volgende aanwijzingen van LM kunnen worden gevonden in de typering van verspillingen naar de zeven typen *Muda*. Uit de selectie van gevonden verspillingen zijn drie typen *Muda* geïdentificeerd: **Overproductie**, **defecten** en **onnodige bewerkingen**. Om **overproductie** tegen te gaan kan gedacht worden aan het verminderen van de productie. Hierbij kan gedacht worden aan order gestuurd produceren (Goor & Visser, 2009).

Het minimaliseren van **defecten** gaat over het minimaliseren van frequente afwijkingen, problemen met productkwaliteit of slechte leveringsprestaties. Dit betekent dat gezocht dient te worden waar defecten ontstaan en er oplossingen bedacht moeten worden om ervoor te zorgen dat de kans op defecten minimaliseert. De focus zal voor dit type verspilling liggen op het vinden van oorzaken voor verspillingen.

Onnodige bewerkingen betreffen gebruik van verkeerde gereedschappen of procedures of systemen voor een (deel)proces. Dit geeft aan dat voor verspillingen van dit type gezocht kan worden naar andere gereedschappen, procedures of systemen. Er dienen alternatieven te

worden bedacht om de verspillingen uit te voeren zodat de uiteindelijke verspilling kan worden verminderd. Een hulpmiddel om alternatieven te kunnen vinden is de *Abstractie techniek*. Voor de toepassing van deze techniek dienen de **ingangs- en uitgangskennmerken** van de verspillingen te worden vastgelegd. Vervolgens dient een **functieschema** te worden opgesteld waarin weergegeven wordt welke functies de uitgevoerd dienen te worden om van de ingangskennmerken tot de uitgangskennmerken te kunnen komen. Het functieschema kan uit één of meerdere functies bestaan. Met de functies kan vervolgens op zoek worden gegaan naar alternatieve methoden om de functies uit te voeren. De alternatieven worden in een **werkwijzeoverzicht** beschreven en in het geval dat er meerdere deelfuncties zijn kunnen deze worden **gecombineerd** tot alternatieven. De uitvoering van de AT is bijgevoegd in Bijlage A, blz. 43-46.

Met behulp van de hiervoor beschreven aanwijzingen uit LM kan gezocht worden naar oplossingen om de verspillingen te minimaliseren.

4.2 MINIMALISATIEOPTIES PER VERSPILLING

In deze paragraaf zal per verspilling worden besproken welke opties mogelijk zijn en welke opties de voorkeur genieten. Dit gebeurt door per verspillingstype kort toe te lichten om welke verspilling het gaat. Waarom de verspilling noodzakelijk is en vervolgens worden oplossingen besproken. Om te oordelen of een oplossing minder verspillend is zal worden gekeken naar de kostprijs. Op deze manier wordt ervoor gezorgd dat oplossing blijven voldoen aan de hoofdvraag van het verminderen van de kosten.

4.2.1 VERSPILLINGSTYPE: OVERPRODUCTIE

Wegblazen van de hete lucht

Bij het wegblazen van de hete lucht gaat warmte energie verloren. De lucht wordt gebruikt om de zeven op te warmen en de hete lucht wordt de openlucht in geblazen aan het einde van het span & krimp proces zodat de zeven en de oven kunnen afkoelen.

Bij het produceren van de hete lucht is veel geld gemoeid waardoor een vermindering in deze verspilling veel geld kan besparen. Een manier om de verspilling te verminderen is door efficiënter de zeven te verwarmen. Er bestaan mogelijkheden voor alternatieve verwarmingsmethoden zoals het gebruik van olie-verwarmde walsen of door middel van infrarood lampen. Nadelen hierbij zijn echter dat er grote investeringen voor nodig zijn en dat in het geval van de verwarmde zeven er volgens onderzoek van VPF er een terugverdientijd van richting de twintig jaar aan zit. Wat betreft de infrarood lampen is onzeker hoe efficiënt de lampen de zeven kunnen verwarmen en vergen de lampen veel elektriciteit.

Andere manieren kunnen liggen in het efficiënter maken van de overbrengingsstappen van de energiebron tot verwarmde zeven. Voor het verwarmen van de zeven wordt eerst gas verbrand om lucht op te warmen. Deze verwarmde lucht wordt de oven in geblazen. De hete lucht in de oven verwarmd de oven en de zeven. Lucht wordt rondgecirculeerd zodat niet telkens lucht vanaf de omgevingstemperatuur hoeft te worden opgewarmd. Wat betreft het verbranden van gas is het afgelopen jaar reeds de brander vervangen om de efficiëntie te verhogen.

Een andere stap is de afgifte van warmte van de hete lucht aan de zeven en de bakoven. De bakoven hoeft niet verwarmd te worden, maar aangezien deze ook nodig is om de zeven op te

rekken lijkt het niet mogelijk om enkel de zeven te verwarmen. Voor de warmte afgifte aan de zeven is het van belang dat de zeven gelijkmatig worden blootgesteld aan de hete lucht. Uit metingen gedaan door VPF bleek dat de verspreiding van hete lucht door de bakoven suboptimaal is en dat de zeven alleen achterin de bakoven (bij de luchtinlaat) en bovenin de oven worden verwarmd. Het hete lucht gebruik zou verminderd kunnen worden door de luchtverdeling te optimaliseren. In het geval dat zeven gedurende een gehele draaicycclus verwarmd worden en dus continu worden verwarmd, zou dit kunnen leiden tot een verkorting van het span & krimpproces van ongeveer de helft, waardoor de helft van de hete lucht hoeft te worden geproduceerd. Wellicht kunnen zeven zelfs nog sneller worden verwarmd doordat de zeven als een geheel worden opgewarmd waardoor de kans op vervormingen wordt verkleint.

Een andere mogelijkheid is om energie terug te winnen uit de lucht die weggeblazen wordt. Hiervoor zou echter de warme lucht moeten worden opgevangen en dienen er warmte wisselaars te worden geïnstalleerd. Om de lucht op te vangen is extra energie vereist wat de opbrengst hieruit zal drukken en bovendien zal dit het afkoelingsproces vertragen waardoor de cyclustijd wordt verlengt.

Het beste wat VPF op dit moment kan doen is te zorgen voor een optimalisatie van de verspreiding van hete lucht. In het huidige proces worden zeven slechts de helft van de tijd verwarmd. Continu verwarmen kan leiden tot een besparing van 50% van de gaskosten per jaar. Door optimalisatie kan de procestijd worden versneld, het gasverbruik worden verminderd en wordt de kans op ongewenste vervormingen verkleint. Om dit te doen dient duidelijk te worden vanuit welk punt de hete lucht het beste de oven binnen kan komen. Hiervoor zal iemand met kennis van luchtstromingen moeten worden ingeschakeld en dient de luchtinlaat te worden aangepast. Er zal bepaald moeten worden of er gebruik dient te worden gemaakt van een enkele inlaat of meerdere kleine en welke vorm luchtinlaat het meest geschikt is.

4.2.2 VERSPILLINGSTYPE: DEFECTEN

Controle voor het spannen & krimpen

Voordat een zeef de oven in gaat wordt deze gecontroleerd. Tijdens deze controle worden de zeven glad gestapt en worden delen die niet goed zijn verwijderd of bijgewerkt. Het weglaten van dit onderdeel zou de kans vergroten dat een zeef met fouten de oven in wordt getrokken. Het gladstappen voorkomt vouwen en bij de meeste zeven kunnen vooraf al enkele mogelijke vouwen worden verwijderd.

Het minimaliseren van deze verspilling zal liggen in het zover mogelijk overbodig maken van deze controle. In de huidige opstelling is deze controle noodzakelijk omdat bij meerdere zeven fouten worden gevonden en opgelost terwijl de jaarlijkse kosten voor deze controles lager liggen dan het opnieuw produceren van drie zeven. De andere optie is om de controle in dit stadium overbodig te maken of zover te reduceren dat slechts één of twee zeven overnieuw geproduceerd hoeven te worden als gevolg van het overbodig maken. Om de controle overbodig te maken zullen de fouten die nu bij de controle worden gevonden voorkomen moeten worden. De fouten die worden gevonden ontstaan ergens in de processen voorafgaand aan de heatsetting. Om echter te vinden wat de precieze oorzaken zijn vergt additioneel onderzoek wat niet past binnen het huidige onderzoek. Om deze reden zal niet verder worden gezocht naar het oplossen van deze verspilling door minimalisatie van defecten. VPF zal voor de minimalisatie van fouten onderzoek moeten doen. Het is echter zeer onwaarschijnlijk dat binnen korte termijn

een foutpercentage kan worden behaald van minder dan 0,17%³, minder dan twee foute zeven per jaar.

VPF kan het beste de controle voor het spannen & krimpen behouden omdat dit minder kost dan het opnieuw maken van zeven door vervormingen als gevolg van het niet controleren.

Controle tijdens het spannen & krimpen

Tijdens het spannen & krimpen wordt gecontroleerd of de zeven wel de juiste temperatuur krijgen en of de zeven geen ongewenste vervormingen zullen vertonen. Aan de hand van de controle wordt de werkwijze bepaald voor de zeven.

Om deze verspilling te minimaliseren dient gezocht te worden naar manieren om de behoefte van de controle te verminderen. De behoefte kan worden verminderd door meer zekerheid te krijgen over hoe de zeven reageren op gegeven instellingen. Om dit te kunnen bewerkstelligen zal informatie moeten worden verzameld en dient het proces te worden gestandaardiseerd waarbij, op basis van specificaties, de werkwijze kan worden aangepast. Om dit echter te kunnen bewerkstelligen zal additioneel onderzoek nodig zijn omdat nu nog onvoldoende duidelijk is welke effecten de variaties in specificaties hebben op de nodige werkwijze.

Wat VPF zal moeten doen om deze verspilling te minimaliseren is het in kaart brengen van de effecten van de zeefvariabelen zodat voor een zeef de oven ingaat bepaald kan worden welke werkwijze gehanteerd dient te worden.

Afgesneden zeefranden

De afgesneden zeefranden worden gecreëerd tijdens het intrekken en uittrekken van zeven. Tijdens het intrekken dient de rand te worden verwijderd zodat de zeef rand recht loopt. Tijdens het uittrekken dienen de gedespiraliseerde randen te worden verwijderd zodat er een strakke rand ontstaat.

Om het afsnijden van de zeef rand tijdens het uittrekken te minimaliseren zou er iets gedaan moeten worden aan het despiraliseren. Het is echter niet waarschijnlijk dat hier iets aan gedaan kan worden. Het despiraliseren is een gevolg van de keuze van plastics voor spiraaldraden en het verwarmen ervan in de bakoven. Dit zijn op dit moment twee onderdelen die ervoor zorgen dat de zeven van VPF kwalitatief goed zijn.

De zeefranden tijdens het intrekken kunnen worden geminimaliseerd door te voorkomen dat de randen scheef kunnen zijn gemaakt. Het recht krijgen van de zeefranden is een verbeterpunt waar VPF al mee bezig is. De reden dat de randen scheef kunnen lopen komt door kleine verschuivingen tijdens het ritsen van de spiralen met steekdraden. Een mogelijkheid is om het ritsen automatisch te doen met behulp van een robot. Huidige machines zijn echter gericht op spiraaldraden die al gekrompen zijn en om die reden stugger zijn. Andere oplossingen kunnen zijn dat de pas geritste spiralen gelijk op een bok worden gedraaid zodat ze recht oprollen. Hiervoor zijn walsen nodig

De aanbeveling voor VPF luidt om deze verspillingsactiviteiten nog niet te wijzigen. Het verwijderen van de zeefranden tijdens het intrekken kan worden verwijderd op het moment dat er een oplossing komt om de zeefranden recht te houden tijdens het aan elkaar ritsen van de zeven.

³ 0,17%: 2 zeven uit 1200 zeven per jaar.

Het afsnijden van de randen na het spannen & krimpen zal waarschijnlijk nooit verwijderd kunnen worden omdat dit het gevolg is van eigenschappen van het materiaal.

4.2.3 VERSPILLINGSTYPE: ONNODIGE BEWERKINGEN

Voor de verspillingen van dit type blijkt uit de LM analyse dat er mogelijk gebruik wordt gemaakt van verkeerde gereedschappen, processen of systemen. Dit geeft aan dat met alternatieve gereedschappen, processen of systemen mogelijk efficiënter kan worden gewerkt. Om alternatieven te vinden is gebruik gemaakt van de *Abstractie techniek* (AT). Hierbij worden de functies van de verspillingen in kaart gebracht en kan er op zoek worden gegaan om alternatieve manieren te vinden om deze functies uit te voeren. De uitwerking van de AT is bijgevoegd in de bijlage A (blz. 43-46). Hier zullen de uitkomsten van de AT, mogelijke oplossingen voor verspillingen, worden besproken.

Papier

Het papierpakken houdt in dat er papier over de vloer wordt uitgerold waardoor de zeven niet zullen beschadigen wanneer ze over de vloer worden gesleept. Alternatieven voor het papier kunnen zijn een beschermende laag over de vloer, het boven de vloer spannen van de zeven (in de lucht houden) of het gebruik van tafels om de zeven op te leggen.

Het aanbrengen van een beschermende laag zal waarschijnlijk meer kosten dan de huidige beschermingsmethode. In het geval een beschermende laag €10,- zou kosten per vierkante meter, en er zou een oppervlak van 10x10 meter moeten worden beschermd, wat betekent dat deze beschermingsmethode meer kost dan het huidige papier leggen. Waarschijnlijk zal het aanbrengen van een beschermende laag echter meer kosten dan €10/m² waardoor dit geen geschikte optie is.

Het van de vloer houden van een zeef zou kunnen door deze boven de vloer te laten hangen. Dit is echter geen praktische oplossing doordat de zeven op de vloer beter gecontroleerd en gerepareerd kunnen worden. Het papier op een beschermende tafel leggen lijkt ook geen geschikt alternatief omdat in dat geval elke cyclus de tafels opgezet en afgebouwd moeten worden. Dit zal meer tijd vergen dan het uitrollen van zeven en een investering vereisen.

De aanbeveling voor VPF luidt om het uitrollen van papier te behouden omdat dit de laagste kosten met zich meebrengt.

Remmen

De remmen zijn nodig zodat de karren waar de zeven inzitten blijven staan wanneer de zeven uit de karren worden getild. Mogelijke alternatieven omvatten zwenkwielen met rem, een verhoging uit de vloer waartegen de wielen kunnen stoppen of het zelf tegenhouden van de kar. Voor het toepassen van de zwenkwielen dienen deze te worden aangeschaft en gemonteerd. Stel dat er zes wielen per kar moeten worden gemonteerd à €10,- per stuk⁴ met circa één minuut monteertijd. Dit zou leiden tot kosten ruim boven de huidige kosten voor Remmen. Het tweede alternatief is dat karren kunnen worden tegengehouden door één of meerdere werknemers. Het goedkoopste alternatief zal in dit geval werken met zo min mogelijk werknemers wat betekent dat slechts één werknemer de kar hoeft tegen te houden. Bij een gemiddelde tijdsduur van één minuut dat een kar tegen moet worden gehouden leidt dit bij 1200 zeven tot kosten ruim boven de huidige kosten. Het derde alternatief betreft het plaatsens van één of meerdere verhogingen

⁴ www.zwenkwielen.net

uit de vloer. Hierbij kan zo simpel worden gedacht als een tweetal vaste beugels gemonteerd aan de vloer. Dit kan de kosten verlagen aangezien niet elke keer de remmen erbij hoeven te worden gepakt. Het verlaagd echter wel het gemak waarmee karren en andere voorwerpen over de vloer kunnen worden verplaatst evenals dat het zorgt voor een minder veilige situaties in verband met struikelgevaar over deze beugels. In antwoord hierop kunnen eventueel opklapbare beugels worden gebruikt, maar hiervoor geldt dat men de remmen weer zelf dient op te pakken waardoor de situatie weer gelijk wordt aan de huidige gang van zaken.

Aanbevolen wordt om de remmen te houden om de karren op de plek te houden omdat dit de goedkoopste en veiligste optie is.

Plakken

Het plakken dient ertoe dat de zeven recht kunnen worden opgerold op een losse bok voor relaxatie. Het niet recht oprollen zou betekenen dat tijdens het relaxatie proces er vouwen zullen ontstaan in plaats van dat de relaxatie dit verminderd. Alternatieve manieren waarop de functie van het plakken kan worden uitgevoerd houden in: klemmen, klittenband, ritsen, vastnaaien of een magnetische strip. Het maken van klemmen zal een investering vereisen waarbij de losse bokken een klem dienen te krijgen waaraan de zeven kunnen worden bevestigd. Wanneer de zeven vastgenaaid worden kan gebruik gemaakt worden van bestaande middelen. Hierbij dient rekening te worden gehouden dat de uiteinden van de zeven beschadigd zullen raken en dit draagt bij aan extra kosten. In het geval dat 15 cm verwijderd moet worden, bij een gemiddelde zeefbreedte⁵ van 4,5m komt dit neer op een 0,675 m² per zeef en 810 m² op jaarbasis. Bij een gemiddelde zeeflengte van 30m komt dit neer op een kostenpost van zes zeven, ver boven de huidige kosten. Ook voor het aanbrengen van klittenband zal ertoe leiden dat er een beschadigd einde ontstaat welke verwijderd moet worden. Gebruik van een magnetische strip die makkelijk verwijderbaar is leidt tot het gebruik van een vastklevende magneetstrip, wat in feite een duurdere variant is van het gebruik van tape.

Voor VPF is het vast tapen van de zeven aan een losse bok de goedkoopste optie. De aanbeveling is dan ook om het gebruik van tape hiervoor te behouden.

Stukkaart

De stukkaart is een identificatie voor de zeven binnen VPF. Doordat bij elk zeef een stukkaart ligt blijft duidelijk welke zeef er in de bak ligt. Bovendien zorgt de stukkaart ervoor dat te allen tijde een logboek paraat is per zeef. Het weglaten van de stukkaart zal ervoor zorgen dat er onduidelijkheid ontstaat over welke zeef waar ligt en wat ermee dient te gebeuren. Dit kan leiden tot zeven die de verkeerde behandeling ondergaan en te late leveringen.

Alternatieve manieren om bij te kunnen houden welke zeef zich waar bevindt binnen VPF kunnen zijn chip- of barcodeherkenning in combinatie met het digitaal bijhouden van de gegevens. De investeringen om dit mogelijk te maken zullen waarschijnlijk meer kosten dan dat het geld oplevert. Dit komt doordat hiervoor een barcode/chipsscanner gekocht zal moeten worden per afdeling. Stel dat de kosten per scanner €65 bedragen en dat voor er vijf scanner nodig zijn, komt uit op €325. Hier komen verder extra kosten bij om barcode stickers te kunnen printen, zal er nog steeds tijd nodig zijn om de informatie bij te werken en dient er een systeem te worden opgezet waarmee de barcodes kunnen worden verwerkt.

⁵ De gemiddelde zeefbreedte voor de zeven uit de oktober 2012 bedroeg 4,65m.

De aanbeveling voor VPF is om de huidige stukkaart te behouden omdat dit de goedkoopste optie blijkt.

Aan deze aanbeveling volgt een toevoeging buiten de LM theorie om. Hoewel de stukkaart in het huidige systeem het goedkoopst beveel ik, de onderzoeker, aan om een systeem met barcodes te implementeren. Door met barcodes te werken kan digitaal worden bijgehouden waar zich welke zeef bevindt op elk moment vanuit elke locatie met toegang tot dit systeem. Het digitaal bijhouden van gegevens kan de gegevens betrouwbaarder maken omdat hiermee voorkomen wordt dat zeefeigenschappen verkeerd worden gelezen door een gebrekkig handschrift, vlekken op papieren of kwijtraken van papieren. Het zorgt voor meer transparantie in het productieproces.

Garens

De garens worden gebruikt om de zeven vast te naaien aan een aanloopdoek. De garens kunnen na gebruik snel worden losgetrokken. Net als bij het plakken gaat het bij de garens erom dat de zeven worden vastgemaakt. Hiervoor kan dan ook gekeken worden naar dezelfde alternatieven voor het vastmaken. Wat bij het garengebruik wordt toegevoegd is dat de zeven hierbij in of uit de oven worden getrokken. Dit betekent dat er meer kracht op de verbinding komt te staan. Het gebruik van tape, een magneetstrip of klittenband levert waarschijnlijk onvoldoende bindingskracht op of anders een zodanig groot verbindingsoppervlak dat de materiaalkosten de groot worden. Een duurzamer alternatief wat betreft materiaalkosten is het gebruik van een klem. Een klem kan keer op keer worden gebruikt en hiervoor hoeft slechts enkel betaald te worden. Een praktisch nadeel van een klem is dat klemsysteem het uiteinde van een zeef zal vervormen en dat het zal zorgen voor een verdikking wanneer een zeef op de vaste bok wordt gedraaid tijdens het uittrekken wat mogelijk kan leiden tot vervormingen.

Voor VPF wordt aanbevolen om het gebruik van garens te behouden omdat dit gecombineerd de beste resultaten zal leveren in kosten en zeefkwaliteit.

Temperatuurstickers

De temperatuurstickers zorgen voor een controle tijdens het proces waarmee gelet kan worden welke temperatuur de zeven gehad hebben. Alternatieve methoden om de temperatuur te kunnen controleren zijn het gebruik van infrarood meters of vaste meters binnen de bakoven. Wat voor VPF lastig is, is dat de zeven bestaan uit verschillende soorten plastic en verschillende kleuren hebben. Dit maakt het moeilijk voor de infraroodmeters om nauwkeurig de temperatuur vast te kunnen stellen van de zeven omdat er telkens andere variabelen meespelen en de infraroodfrequenties waarmee kan worden gemeten zal verschillen. Ook is het gebruik van infraroodmeters niet perse goedkoper omdat de meters zullen moeten worden gekalibreerd en er eerst onderzoek zal moeten worden gedaan op welke manier de temperatuur het beste kan worden gemeten.

Een ander alternatief betreft het plaatsen van vaste meters binnen de bakoven. Een optie is om op verschillende plekken binnen de oven de lucht temperatuur te meten zodat duidelijk kan worden welke luchttemperatuur de zeven hebben gehad. Dit is een indirecte manier van meten waarbij rekening moet worden gehouden met de reactie van de zeven op de luchttemperatuur. Omdat gewerkt wordt met verschillende formaten zeven zal niet elke zeef even snel opwarmen bij eenzelfde luchttemperatuur. Ook kan de temperatuur op verschillende plekken anders zijn vanwege andere formaten van zeven. Om te kunnen werken met vaste meters zal eerst een tijd

volgen waarin de meters worden gebruikt samen met de T-stickers zodat effecten kunnen worden vergeleken van verschillen tussen gemeten temperaturen en soorten zeven. Daar tegenover staat dat het gebruik van vaste meters per jaar vele euro's kan schelen. Voor de installatie van een dergelijk systeem zullen temperatuursensoren moeten worden aangeschaft alsmede een systeem waarmee de gegevens kunnen worden afgelezen. Stel dat er vier meters nodig zijn, à €200 per stuk en dat een uitleessysteem nog eens €1000 kost, dan is er voldoende financiële ruimte over om dit te implementeren. Hier komt bij dat veel kosten qua implementatie en aanschaf maar eenmalig hoeven te gebeuren waardoor voor volgende jaren kosten kunnen worden bespaard.

De aanbeveling voor VPF luidt om vaste temperatuurmeters te gaan installeren binnen de Bakoven. Hoewel dit niet direct een kostenvermindering zal opleveren in het eerste jaar is het de verwachting dat er in de volgende jaren wel besparingen zullen worden gemaakt. Na implementatie zullen T-stickers overbodig raken en rest er slechts een kostenpost voor elektriciteit en onderhoud. Dit kan een besparing van duizenden euro's opleveren op jaarbasis. Verder zal het gebruik van temperatuursensoren zorgen voor meer exacte temperatuurvaststellingen dan de huidige stickers en kan een systeem dat temperatuurmetingen vastlegt in de tijd helpen het proces te verbeteren doordat meer en exactere informatie zal worden geregistreerd van het proces.

5. CONCLUSIES & AANBEVELINGEN

Op basis van de oplossingen beschreven en besproken in hoofdstuk vier worden in dit hoofdstuk de conclusies en aanbevelingen gepresenteerd. De conclusies zullen antwoord geven op de hoofdvraag hoe Voith Paper Fabrics kosten kan besparen zonder dat dit invloed heeft op de productkwaliteit. In de tweede paragraaf zullen de aanbevelingen worden omschreven. In paragraaf drie, limitaties van het onderzoek, zal kort worden besproken binnen welke grenzen het onderzoek gedaan is en op welke punten het onderzoek aangevuld kan worden.

5.1 CONCLUSIES

Deze paragraaf dient een antwoord te geven op de hoofdvraag. De hoofdvraag van het onderzoek luidt:

Hoe kan Voith Paper Fabrics te Haaksbergen het heatsettingsproces goedkoper maken zonder in te boeten aan de kwaliteit van het product?

VPF kan het proces goedkoper maken door een aantal onderdelen weg te verwijderen uit het heatsettingsproces: De controle na het spannen & krimpen, de database en het lijn trekken. De besparing die dit oplevert staat genoemd onderaan bijlage B, *Financiële cijfers bij conclusies & aanbevelingen*.

Hiernaast kan VPF investeringen maken voor procesoptimalisatie. Door vaste temperatuurmeters te installeren kunnen de T-stickers overbodig worden gemaakt. Dit zal een investering vereisen om de meters aan te schaffen en te installeren, maar zal een jaarlijkse besparing van duizenden euro's op kunnen opleveren. Door de luchtstroming te optimaliseren kan de procestijd worden verkort. Hiervoor zal onderzocht moeten worden wat de optimale luchtstroming is om de zeven continu te verwarmen en zal geïnvesteerd moeten worden in aanpassingen om de lucht optimaal te laten stromen. Dit kan leiden tot een kostenbesparing van 50% op de gaskosten op jaarbasis.

5.2 AANBEVELINGEN

In aanvulling op de gemaakte conclusies om kosten te besparen worden hier de aanbevelingen gesproken voor VPF en het heatsettingsproces.

Voor de controle van de zeven vóór het spannen & krimpen zal onderzocht moeten worden of het aantal defecten uit voorgaande processen kan worden geminimaliseerd waardoor deze controle overbodig kan worden gemaakt. De controle tijdens het spannen & krimpen kan worden geminimaliseerd door meer standaardisatie te vinden in de processen. Dit kan plaatsvinden door precieze gegevens te noteren over procesomstandigheden, oveninstellingen en hoe de zeven hierop reageren. Hierdoor kan met meer zekerheid worden vastgesteld welke tijden en temperaturen de zeven dienen te ondergaan om een kwalitatief goed product te krijgen. Dit kan in combinatie met het automatiseren van de temperatuurmeting waarbij in plaats van stickers, de temperatuur met vaste meetapparatuur wordt gemeten. Dit druipt overigens tegen de conclusie in dat de database verwijderd wordt uit het proces. De uiteindelijke aanbeveling is om de database te behouden als ook wordt begonnen met een betere registratie

van gegevens en waarbij van te voren wordt vastgesteld waarom bepaalde data dient te worden bijgehouden. Voor de verspillingen van Papier, Plakken, Remmen en Garens zijn geen geschikte alternatieven gevonden doordat de huidige kostprijs voor deze verspillingen zodanig laag liggen dat het niet loont om te investeren in alternatieven. Voor de stukkaarten zal in het aankomende jaar nog geen alternatief komen door de investeringskosten. Het kan echter lonen om een digitaal systeem in te voeren waarbij geld en tijd bespaard kan worden in de vorm van chips of barcodes. Tenslotte wordt aanbevolen om het trekken van een lijn en het controleren van de zeven na spannen & krimpen te schrappen uit het proces. Deze activiteiten leveren geen bijdrage aan het product of procesverbetering.

5.3 LIMITATIES VAN HET ONDERZOEK

In het gedane onderzoek is met behulp van *Lean Management* naar voren gekomen waar bij VPF verspillingen plaatsvinden in het heatsettingsproces. Het is echter ook duidelijk geworden dat niet alle verspillingen gevonden konden worden met het gebruikte onderzoeksmethoden. De reden hiervoor is dat om een bepaalde verspilling te kunnen vinden deze gezien moet kunnen worden. Om een verspilling te kunnen zien kan gebruik gemaakt worden van verschillende 'brillen'. Door de toepassing van IDEF-0 en PAM zijn twee van deze brillen gebruikt, maar er bestaan nog veel meer brillen. Met elke andere bril zullen er weer andere verspillingen kunnen worden gezien.

Naast het kunnen identificeren van verspillingen gaat het erom wat met deze informatie kan worden gedaan. Door *Lean Management* te volgen zijn aanwijzingen gevonden om de verspillingen te minimaliseren en werd er richting gegeven over waar naar oplossingen gezocht kan worden. Door verschillende opties te bespreken per verspilling is een beeld ontstaan van de mogelijkheden om de gevonden verspillingen aan te pakken. Sommige oplossingen zullen zorgen voor lagere operationele kosten en voor andere verspillingen viel de conclusie dat de huidige operationele kosten dermate laag zijn dat het niet loont te investeren in alternatieven. Deze verspillingen kunnen mogelijk in de toekomst worden verwijderd wanneer het heatsettingsproces opnieuw wordt ingedeeld/ontworpen. Net als bij het zoeken naar verspillingen geldt bij het zoeken naar oplossingen dat er met een bepaalde bril is gezocht. In het geval van dit onderzoek heeft niet alleen de onderzoeker zelf oplossingen aangeleverd, maar is ook gevraagd aan de mensen bij VPF wat zij dachten dat gedaan kan worden. Hiermee is geprobeerd het aantal brillen voor oplossingen te vermeerderen, maar geldt ook dat lang niet alle oplossingen zijn besproken.

Het belangrijkste is dan ook niet dat alle verspillingen uit een proces kunnen worden verwijderd, maar dat er besparingen kunnen worden gemaakt. Dit geldt niet alleen voor VPF, maar voor alle bedrijven en organisaties. Altijd zullen er mogelijkheden zijn om besparingen te maken en efficiënter te werken. Dit maakt het toepassen van *Lean Management* een continu en dynamisch proces. Iets wat ze bij *Toyota* al goed begrepen. Het streven naar verbetering is iets dat continu en altijd door dient te gaan, want je bent nooit uitgeleerd.

6. BIBLIOGRAFIE

- ABB Automation Products GmbH. (2008). *Practices for Industrial Temperature Measurements*.
Opgeroepen op Juni 17, 2013, van ABB:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot211.nsf/veritydisplay/694c70d390bf18b2c1257490004d95b0/\\$file/03_temp-en-b-04_2011_secure.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot211.nsf/veritydisplay/694c70d390bf18b2c1257490004d95b0/$file/03_temp-en-b-04_2011_secure.pdf)
- Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2011). *Business Research Methods*. Singapore: McGraw Hill.
- Drury, C. (2008). *Management & Cost Accounting*. Hampshire: Cengage.
- Fraunhofer FHR. (2011). *FraunhoferFHR Qualitätskontrolle engl web*. Opgeroepen op Juni 17, 2013, van www.fhr.fraunhofer.de:
http://www.fhr.fraunhofer.de/content/dam/fhr/de/documents/presse_medien/FraunhoferFHR_Qualit%C3%A4tskontrolle_engl_web.pdf
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre.
- Mershon, J. D. (1997). *BPwin methods guide*. Princeton: Logic Works.
- Motwani, J. (2003). A business process change framework for examining lean manufacturing: A case study. *Industrial Management & Data Systems*, 339-346.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2007). *Operations Management*. Milan: Prentice Hall.
- Voith Group Communications. (2011). *Sustainability Report*. Heidenheim, Germany: Voith GmbH.
- Voith Paper Fabrics. (2006, December 4). Werkinstructie: In- en uittrekken van een zeef in de kast. Haaksbergen, Nederland.
- Voith Paper Fabrics. (2012, Juli 23). Test Thermofixatiekast. Haaksbergen, Nederland.
- Voith Paper Fabrics. (2013, Januari). Uitreksel Database Thermofixatie. Haaksbergen, Nederland.
- Walravens, I. (1994). *Problemen oplossen met creatieve technieken*. Utrecht: Lemma BV.

BIJLAGE A: ABSTRACTIE TECHNIEK

Abstractie techniek (AT), deze aanpak is er vooral op gericht om geheel nieuwe ideeën op te doen. Bestaande ontwerpen worden verworpen en er wordt bij de basis begonnen, de basis functie waaraan het ontwerp moet voldoen.

- **Ingangs- en Uitgangskennmerken:** Formuleer in eerste instantie wat het ontwerp moet volbrengen en waarmee. Denk in blokschema's. 'Waar wordt mee begonnen' en 'Waar eindigen we mee'.
- **Functieschema:** De ingangskennmerken worden veranderd door de hoofdfunctie daartussen in. Deze hoofdfunctie kan bestaan uit deelfuncties en er kunnen eventuele hulpfuncties worden gedefinieerd. Het functieschema is er om de verschillende deelfuncties voor de oplossing te onderzoeken.
- **Werkwijze overzicht:** In deze stap wordt er voor elk deel- en hulpfunctie blok een of meerdere praktische werkwijzen bedacht. 'Op welke manieren kan een functie worden vervuld'.
- **Combineren:** De werkwijzen kunnen tenslotte gecombineerd worden tot verschillende alternatieven. Let er op dat de alternatieven voldoen aan de voorwaarden en houdt rekening met de wensen.

Aan het eind van deze fase zullen er meerdere geschikte alternatieven zijn waaruit gekozen kan worden. Ze zijn volledig beschreven zodat duidelijk is wat elk alternatief inhoud.

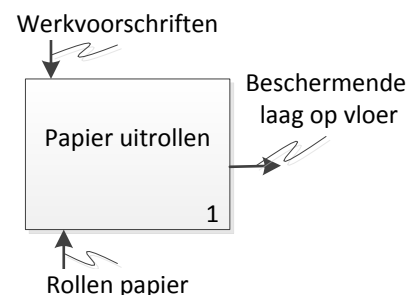
De AT wordt gebruikt om alternatieven te vinden voor verspillingen van het *Muda* type onnodige bewerkingen. De verspillingen die hier onderzocht worden zijn **Papier, Remmen, Plakken, Stukkaart, Garens** en **T-stickers**.

Papier

Het papier wordt gebruikt om de zeven te beschermen tegen de beschadigingen door schuiven over de vloer. Het ingangskennmerk is een kale vloer en het uitgangskennmerk is een vloer met een beschermende laag papier.

De functie die moet worden uitgevoerd is dat er een beschermende laag over de vloer wordt verspreid, in het huidige geval door papier.

Naast het gebruik van papier zullen er alternatieven bestaan waarmee een laag op de vloer kan worden aangebracht die de zeven beschermt tegen beschadigingen door schuiven over de vloer.



Werkwijze overzicht

- Zachtere vloer. De vloer kan worden geheel worden aangepast zodat een zeef probleemloos over de vloer kan rollen.
- Een laag lucht. In plaats van de zeven op de vloer te leggen kunnen ze worden gespannen boven de vloer.
- Tafel. De zeven kunnen over een tafel worden gelegd.

Remmen

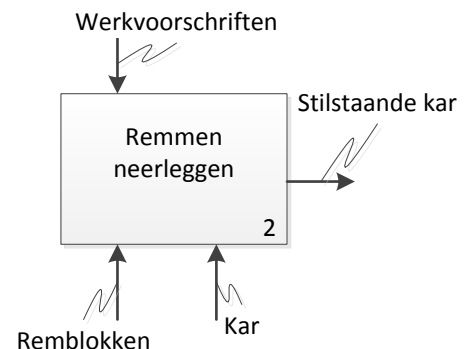
De remmen worden gebruikt om de karren op de plek te houden wanneer een zeef uit de kar wordt getild. Het ingangskenmerk is een kar op wielen die verplaatst kan worden. Het uitgangskenmerk is dat iets ervoor moet zorgen dat de karren op de plek blijven staan zodat de zeven uit de kar kunnen worden getild.

De functie die moet worden uitgevoerd is dat er een rem moet worden geplaatst bij de wielen van de kar, in het huidige geval door twee blokken.

Naast de blokken zullen er alternatieven bestaan om de karren op de plek te kunnen houden.

Werkwijze overzicht

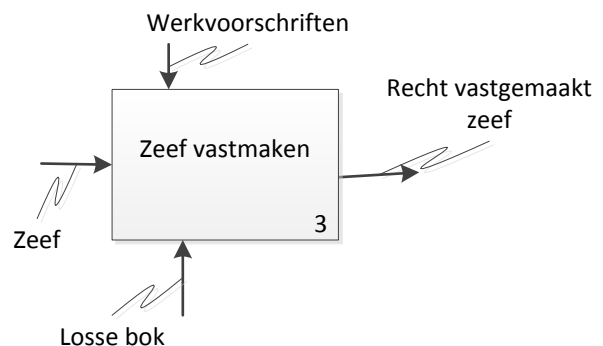
- Wielen met eigen rem. Wieltjes op de karren monteren waar een rem op zit zodat deze met de voet bedient kan worden.
- Met de hand tegenhouden. Een aparte werknemer kan de karren tegenhouden.
- Verhoging in de vloer. Een verhoging of stopbeugel aan de vloer maken zodat de karren vastgezet kunnen worden op een vaste plek.



Plakken

Het plakken wordt gebruikt om de zeven vast te maken aan een losse bok zodat deze recht op de bok gerold kan worden. Het ingangskenmerk is dat de zeven vanuit een kar op een losse bok gedraaid moeten worden. Het uitgangskenmerk is een losse bok waar een zeef omheen is gedraaid.

De functie die moet worden uitgevoerd is dat het begin van een zeef vast moet worden gehouden over de gehele breedte zodat de zeven recht op een bok kunnen worden gedraaid.



Werkwijze overzicht

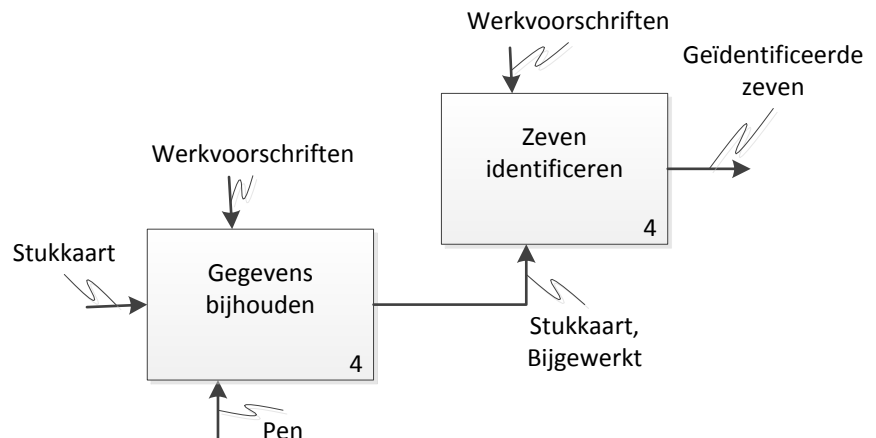
- Klemmen. Er kan een klem worden gemaakt aan de losse bok waarin een zeef kan worden vastgeklemd.
- Klittenband. Door klittenband te maken op de losse bok en op een zeef kan de zeef vast worden gedrukt.
- Ritsen. Aan het uiteinde van een zeef kan een rits worden bevestigd.
- Naaien. Met behulp van garens vastnaaien aan een soort aanloopdoek dat vastzit aan de losse bok.
- Magnetische strip. Een strip kan worden vastgemaakt aan een zeef waarna deze vastgeplakt kan worden aan de metalen wals van de losse bok.

Stukkaart

De stukkaart wordt gebruikt om gegevens van de zeef te noteren zodat duidelijk is welke processen een zeef heeft ondergaan en zodat duidelijk is welke zeef waar ligt. Het ingangskenmerk is een stukkaart dat de 'identiteitsgegevens' van de zeef bevat met bijgewerkte

gegevens van de voorgaande processen. Het uitgangskarakter is een bijgewerkte stukkaart met daarin gegevens vanuit de heatsetting.

De functie die de stukkaart moet uitvoeren is een soort logboek functie. Gegevens moeten worden bijgewerkt als er aanpassingen aan de zeef zijn gemaakt. De functie die uitgevoerd wordt is het bijhouden van gegevens.



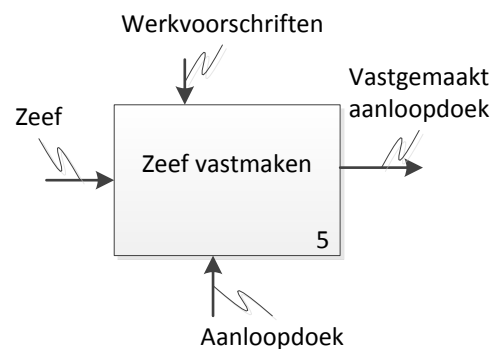
Werkwijze overzicht

- Gegevens bijhouden
 - Digitaal. Gegevens kunnen naast op papier ook digitaal bijgehouden worden
- Zeven identificeren
 - Streepjescode op zeven. Er kan een sticker met een streepjescode worden geplakt op zeven. Streepjescodes kunnen worden gescand met een aparte barcode-lezer of zelfs met behulp van een applicatie op een smartphone.
 - Zeven chippen. Er kan een chip worden geplaatst in elk zeef waarna met een chipscanner de identiteit van een zeef kan worden vastgesteld.

Garens

De garens worden gebruikt om de zeven vast te naaien aan een aanloopdoek. Het ingangskarakter is dat een zeef in of uit de bakoven moet worden getrokken met een aanloopdoek. Het uitgangskarakter is dat de zeven vast moeten worden gemaakt aan een aanloopdoek over de gehele lengte.

De functie die de garens uitvoeren is dat ze een zeef verbindt met het aanloopdoek. Dit dient over de gehele breedte van een zeef te worden gedaan zodat de trekkrachten over de gehele breedte kunnen worden verdeeld.



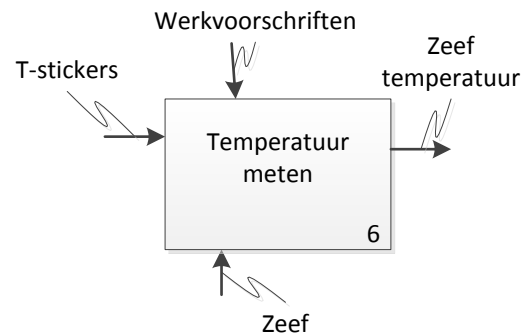
Werkwijze overzicht

- Klemmen. Er kan een klem worden gemaakt aan de het aanloopdoek waarin een zeef kan worden vastgeklemd.
- Klittenband. Door klittenband te maken op het aanloopdoek en op een zeef kan de zeef vast worden gedrukt.
- Ritsen. Aan het uiteinde van een zeef kan een rits worden bevestigd waarmee deze kan worden vast geritst aan een aanloopdoek.
- Magnetische strip. Een strip kan worden vastgemaakt aan een zeef waarna deze vastgeplakt kan worden aan een metalen strip in het aanloopdoek.
- Plakband. Met plakband vastmaken aan het aanloopdoek.

T-stickers

De temperatuur stickers worden gebruikt om de temperatuur van de zeven te kunnen controleren. Het ingangskkenmerk is dat de zeven in de oven worden opgewarmd en dat er informatie nodig is over de temperatuur en het gedrag van de zeven als reactie op deze temperatuur. Het uitgangskkenmerk is dat duidelijk is welke temperatuur de zeven hebben zodat de juiste instellingen kunnen worden gemaakt.

De functie die de T-stickers moeten uitvoeren is het weergeven van de temperatuur van de zeven. De temperaturen moeten op verschillende plekken kunnen worden gemeten zodat duidelijk is welke wat de temperatuur is van de zeef op verschillende plekken.



Werkwijze overzicht

- Infrarood. Met behulp van een infrarood meter kan vanaf afstand worden gemeten wat de temperatuur is.
- Vaste meters in de oven. Door vaste meters kan op verschillende plekken in de oven de temperatuur worden vastgesteld
 - Hete lucht. De temperatuur van de hete lucht kan worden gemeten
 - Walsen. De wals-temperatuur kan worden gemeten.