

Licht op de lasafdeling

Analyse van de lasafdeling op het gebied van capaciteit en prestatie aan de hand van het Lean concept

Cees Willem Koopman
s0092304
Bacheloropdracht – TBK - UT

Begeleider Ahrend B.V.
De heer E. van de Brink
Hoofd Frameproductie

Begeleider
Prof. Dr. Ir. J.J. Krabbendam
Meelezer
Dr. J.M.G Heerkens

2009

Onderzoeksperiode 20 april 2009 tot 1 juli 2009

I - Voorwoord

Voor u ligt het verslag van mijn bacheloropdracht. Deze bacheloropdracht is ter afsluiting van mijn bachelorstudie technische bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. Ik ben gestart op 20 april 2009 bij Koninklijke Ahrend N.V. en heb mijn opdracht op 1 juli 2009 afgesloten. Hierna zal ik nog drie weken doorgaan met de implementatie van de aangedragen oplossingen.

De tijdsdruk van de opdracht was groot aangezien ik halverwege augustus 2009 naar Zweden vertrek. Daar zal ik verder gaan met mijn master studie productie en logistiek management. Ik zal daar vakken aan de universiteit van Linköping gaan volgen.

Afgelopen drie maanden heb ik sinds vijf jaar weer bij mijn ouders gewoond. Een hele omslag! Fijn dat de dagelijkse zorgen zoals wassen en koken niet meer aan de orde waren, maar jammer dat ik de gezelligheid van Enschede moest missen. Voor de goede zorgen wil ik mijn ouders hartelijk bedanken.

Tijdens de werkdagen zat ik op kantoor bij de heer van de Brink (hoofd frameproductie), mijn begeleider vanuit Ahrend. Hij stond/staat open voor mijn vragen en hij is erg toegankelijk. Zijn directe nabijheid heeft zeker geholpen bij het vlot voltooien van mijn opdracht. Ik wil hem dan bedanken voor alle tijd en energie die hij in mij en mijn opdracht heeft gestoken. Daarnaast stonden andere medewerkers van de afdeling altijd open voor vragen of een gesprek, mijn dank hiervoor.

Op voorhand wil ik alvast mij begeleiders vanuit de Universiteit bedanken. Professor Krabbendam voor zijn gesprekken en advies. Meneer Heerkens wil ik bedanken voor zijn tijd die hij op korte termijn toch vrij wist te plannen zo vlak voor zijn vakantie.

De inzichten die ik tijdens deze opdracht heb opgedaan geven een goed beeld van het werken in een productie bedrijf. Deze ervaring kan ik gebruiken om later een goede beroepskeuze te maken. Eerst staat een jaar studie op het programma waarvan een half jaar in Zweden. Dit zijn weer nieuwe uitdagingen en blijf ik me zelf continue verbeteren, om in termen van Lean te spreken!

Ik hoop dat iedereen het verslag met plezier zal lezen en dat de inhoud bruikbare inzichten verschaft. Zo is Ahrend Productiebedrijf Zwanenburg (APZ) en met name de lasafdeling klaar voor de toekomst.

Met hartelijke groeten,

Cees Willem Koopman

Bachelor Student - Technische bedrijfskunde - Universiteit Twente.

Lelystad, 1 juli 2009

II - Management Samenvatting

De doelstelling van het onderzoek is de lasafdeling inzichtelijk te maken op het gebied van productiecapaciteit en efficiëntie, om zo verspillingen zichtbaar te kunnen maken.

Voor specifieke producten zijn maximale aantallen bepaald die bij het afvlakkingsoverleg tussen de verschillende afdelingen gebruikt kunnen worden om een planning van de productie te maken.

De specifieke productiecapaciteit van de afdeling op dagbasis wordt bepaald door technische bottlenecks en de indeling van de orders over de verschillende middelen. De technische bottlenecks zijn de lasmatten op de robots en de soldeerautomaten. Daarnaast kan er een arbeidsbottleneck ontstaan. Eerst moet rondom de technische bottleneck gepland worden omdat deze op dagbasis niet te vergroten valt. Vervolgens moet op arbeidscapaciteit ingedeeld worden. Arbeidscapaciteit kan wel op dagbasis aangepast worden doordat medewerkers kunnen worden uitgeleend of worden ingeleend van andere afdelingen.

Er is een methode voorgesteld om deze dagplanning te maken. Door het toepassen van deze methode kan de prestatie van de lasafdeling omhoog. Onduidelijk is hoeveel de prestatie zal verbeteren. Voorwaarde voor de voorgestelde methode is, dat er geïnvesteerd moet worden in het programmeren van lasprogramma's. Hierdoor wordt de technische capaciteit flexibeler. Dit is een continue proces en zal stapsgewijs door de afdeling zelf moeten worden uitgevoerd.

Om de prestatie te meten is er een OEE-meting voorgesteld om de efficiëntie op de bottlenecks te meten. Er is een vernieuwde methode voorgesteld om de arbeidsbezetting van de afdeling te meten. Deze meting is objectiever en dus representatiever. Uit deze KPI cijfers zijn de verspillingen van de afdeling te meten die vervolgens geanalyseerd en geëlimineerd kunnen worden.

In de onderzoeksperiode zijn er handmatige metingen uitgevoerd. Daaruit volgde dat de grootste verspillingen het reparatielassen en herprogrammeren van lasprogramma's (laspunten van de robot verleggen) zijn. Oorzaken zijn niet duidelijk aangetoond maar de richting duidt in kwaliteit van de onderdelen en de afstelling van de lasmat.

Wil het management voor specifieke producten de technische capaciteit verhogen dan moet er geïnvesteerd worden in een soldeerautomaat en/of in lasmatten.

Daarnaast dient men zich bewust te zijn dat normtijden voor de lasafdeling een andere betekenis hebben dan bij andere afdelingen. Normtijden zijn theoretische tijden die alleen gehaald kunnen worden wanneer twee lasmatten beschikbaar zijn voor dat product. Belangrijk bij de implementatie van de voorgestelde veranderingen is dat de medewerkers het belang van de verandering inzien. Dit moet gestimuleerd worden met hulpmiddelen en het management zelf speelt hierbij een belangrijke rol.

Wanneer de veranderingen zijn ingevoerd is er beter inzicht in de afdeling en zijn prestatie. Verspillingen worden continue gezien en kunnen worden geëlimineerd, waardoor de lasafdeling beter zal gaan presteren.

III - Inhoudsopgave

I - Voorwoord.....	2
II - Management Samenvatting	3
1. Inleiding.....	6
1.1. Bacheloropdracht.....	6
1.2. Koninklijke Ahrend.....	6
1.3. Ahrend Productiebedrijf Zwanenburg (APZ).....	7
2. Probleemstelling & Onderzoekopzet.....	9
2.1. Inleiding.....	9
2.2. Opdracht omschrijving volgens het bedrijf.....	9
2.3. Probleem identificatie	10
2.3.1. Probleemkluwen.....	10
2.3.2. Probleemeigenaren.....	11
2.3.3. Huidige en gewenste situatie.....	12
2.4. Doelstelling.....	12
2.5. Probleem Aanpak.....	12
2.6. Afbakeningen.....	12
2.7. Onderzoeksvragen	13
3. Theoretisch kader	14
3.1. Theorie of constrains.....	14
3.2. Operations Research	15
3.3. Lean Concept.....	15
3.3.1. Historie.....	15
3.3.2. Model	16
3.3.3. Grondbeginselen.....	17
3.3.4. Verspillingen & Hulpmiddelen.....	17
3.4. Discussie	18
3.5. Conclusie	19
4. Huidige situatie	20
4.1. De lasafdeling binnen APZ.....	20
4.2. Lasafdeling in vogelvlucht.....	20
4.3. Productieproces op de lasafdeling.....	21
4.4. Aansturing.....	23
4.5. Middelen.....	24
4.5.1. Technisch	24
4.5.2. Arbeid.....	25
4.6. Prestatiemeting	25
4.7. Verspillingen	26
5. Analyse & Oplossingen	27
5.1. Bottleneck analyse	27
5.1.1. Normtijd.....	27
5.1.2. Vraag analyse.....	27
5.1.3. Bottleneck per productieweg.....	28
5.2. Benutting bottleneck	31
5.2.1. Mal efficiëntie.....	31
5.2.2. Arbeidsefficiëntie.....	33

5.3.	Aanpassing rest productie	35
5.4.	Prestatiemeting	35
5.5.	Verspillingen	37
6.	Implementatie	38
6.1.	Administratief	38
6.2.	Lasprogramma's	38
6.3.	Planning	38
6.4.	Personeel	39
6.5.	Prestatiemeting	39
6.6.	Aanpak verspillingen	40
7.	Conclusie	41
7.1.	Conclusie	41
7.2.	Vervolgonderzoek	42
8.	Evaluatie	43
8.1.	Onderzoek	43
8.2.	Persoonlijk	43
	Bijlagen	44
	Bijlage A: Indexen	44
	Bijlage B: Begrippenlijst	45
	Bijlage C: Literatuur lijst	47
	Bijlage D: Logistiek Concept	49
	Bijlage E: Product opbouw	50
	Bijlage F: Vraag analyse	52
	Bijlage G: Meetformulier	55
	Bijlage H: Resultaten Metingen	56
	Bijlage I: Implementatie checklist	57

Leeswijzer:

Omdat dit verslag gelezen zal worden door verschillende doelgroepen volgt hier een korte leeswijzer. Bent U niet bekend met Ahrend en productielocatie Zwanenburg? Dan kunt u het beste het gehele verslag doorlezen. Bent u wel bekend met Ahrend dan kunt u bij hoofdstuk 2 beginnen. Bent U alleen geïnteresseerd in de analyse en resultaat dan kunt bij hoofdstuk 4 beginnen.

Veel leesplezier toegewenst !

In dit hoofdstuk zal een korte inleiding worden gegeven op de bacheloropdracht en het bedrijf Ahrend in het algemeen. Daarnaast zal specifiek de productielocatie Zwanenburg worden besproken waar het onderzoek is uitgevoerd.

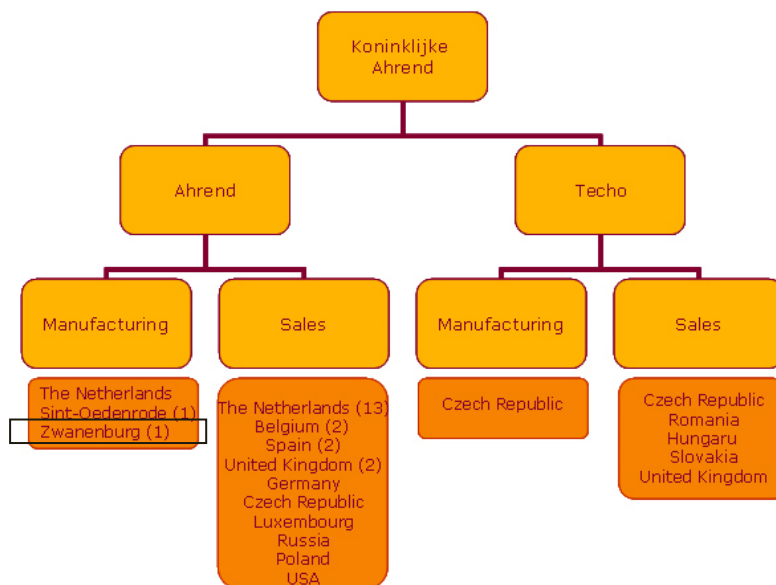
1. Inleiding

1.1. Bacheloropdracht

Deze bacheloropdracht is de afsluiting van een driejarige bachelorstudie technische bedrijfskunde aan de universiteit Twente. De doelstelling van de bacheloropdracht is *“het onder begeleiding uitvoeren van een empirisch onderzoek of de uitvoering van een empirische, praktijkgerichte ontwerp-opdracht”*. Deze opdracht is een onderzoek met praktische invulling bij het commerciële bedrijf Koninklijke Ahrend. In dit onderzoek wordt kennis toegepast die tijdens de opleiding is geleerd. Met behulp van relevante literatuur wordt structuur en onderbouwing aan het onderzoek gegeven wat tot gefundeerde en onderbouwde conclusies zal leiden.

1.2. Koninklijke Ahrend

Koninklijke Ahrend heeft in 1996 het predicaat Koninklijk verdient. De eerste stappen werden honderd jaar eerder gezet door Jacobus Ahrend in 1896. Jacobus Ahrend begint met een handelsmaatschappij maar uiteindelijk zal het bedrijf zich helemaal op kantoorinrichting en meubilair gaan richten. Ahrend is in die 100 jaar met diverse bedrijven samengegaan en heeft mindere en betere periodes gekend. In 2001 is Ahrend van de beurs gehaald door twee investeringsmaatschappijen, HAL (*familie Van der Vorm*) en Egiria (*familie Brenninkmeijer*). In 2005 is de kantoorartikelen divisie afgestoten en ligt de focus geheel op kantoorinrichting. Ahrend heeft momenteel twee productie locaties in Nederland en sales locaties in heel Europa. Er zijn distributie overeenkomsten met partijen in de Verenigde Staten. Daarnaast wordt samengewerkt met Techno in Tjechië. In Figuur 1-3 is een organigram te zien van Koninklijke Ahrend. Het onderzoek is uitgevoerd bij de productie locatie Zwanenburg waar ongeveer 200 mensen werken.



Figuur 1-1 Organogram Koninklijke Ahrend, het onderzoek is uitgevoerd in de productielocatie Zwanenburg.

In Tabel 1-1 staan de kerncijfers van het Ahrend concern. De verkoop van de kantoorartikelendivisie in 2005 maakt dat de cijfers niet één op één vergeleken kunnen worden. De cijfers laten zien dat de jaren 2006 en 2007 goede jaren waren voor de kantoorinrichting en dat in 2007 de winst fors is toegenomen. In 2008 is te zien dat de economisch crisis zijn intrede heeft gedaan. In het jaarverslag (Koninklijke Ahrend N.V., 2009) wordt gemeld dat de trend van 2007 in het begin van 2008 nog kon worden voorgezet maar halverwege het jaar keerde het tij ook voor Ahrend. In 2008 is er nog een klein netto resultaat gemaakt. De kantoorinrichting is een sector die als één van de eersten de gevolgen van recessie merkt en als één van de laatste weer zal profiteren van de opgaande conjunctuur. Een reorganisatie is in gang gezet om Ahrend levensvatbaar te houden, deze loopt nog steeds en is al terug te zien in het aantal FTE's. In 2009 zullen er 140 FTE in Nederland verdwijnen en de organisatie structuur zal gewijzigd worden op voornamelijk de ondersteunde afdelingen.

Kerncijfers in mln EUR	2008	2007	2006	2005	2004	2003
Omzet kantoorinrichting	274,0	269,80	225,30	189,80	159,80	175,10
Omzet kantoorartikelen en repro *	-	-	-	173,90	201,70	199,60
Omzet totaal	274,0	269,80	225,30	363,70	361,50	374,70
Bedrijfsresultaat voor bijzondere baten en lasten	3,5	22,80	11,50	15,70	7,90	15,30
Bedrijfsresultaat	3,5	22,80	11,50	15,70	8,60	18,80
Netto resultaat *	1,1	29,50	6,30	91,90	1,80	14,40
Kasstroom uit operationele activiteiten	13,7	12,30	7,80	15,40	1,20	13,70
Balans totaal *	170,2	178,00	137,30	128,20	249,10	247,30
Eigen Vermogen	95,00	95,50	67,90	61,30	121,20	119,30
Solvabiliteit (in %)	55,8	53,70	49,50	47,8	48,60	48,20
Aantal medewerkers ultimo verslagjaar (in FTE)	1.403	1520	1368	1248	1693	1659

Tabel 1-1 Overzicht kerncijfers Koninklijke Ahrend

* Verkoop Ahrend Office Products en Ahrend Repro aan Lyreco per 31 oktober 2005

1.3. Ahrend Productiebedrijf Zwanenburg (APZ)

Er is een algemeen beeld verkregen van het gehele bedrijf Ahrend en de context waarbinnen APZ moeten opereren is helder. In de rest van dit onderzoek zal gesproken worden over het productiebedrijf in Zwanenburg (APZ), tenzij anders aangegeven.

Wanneer over 'Ahrend' gesproken wordt, wordt hier de gehele organisatie in Koninklijke Ahrend bedoeld. Wanneer over APZ wordt gesproken wordt de productie locatie in Zwanenburg bedoeld.

APZ is één van de twee productielocaties van de Koninklijke Ahrend. Deze locatie bevindt zich in Zwanenburg. De andere productie locatie is gevestigd in Sint-Oedenrode en wordt vaak afgekort tot APS (*subtiel verschil in de laatste letter*). De functie van APZ is het produceren van stoelen, tafels (o.a. schoolmeubilair), scheidingswanden en volkernbladen.



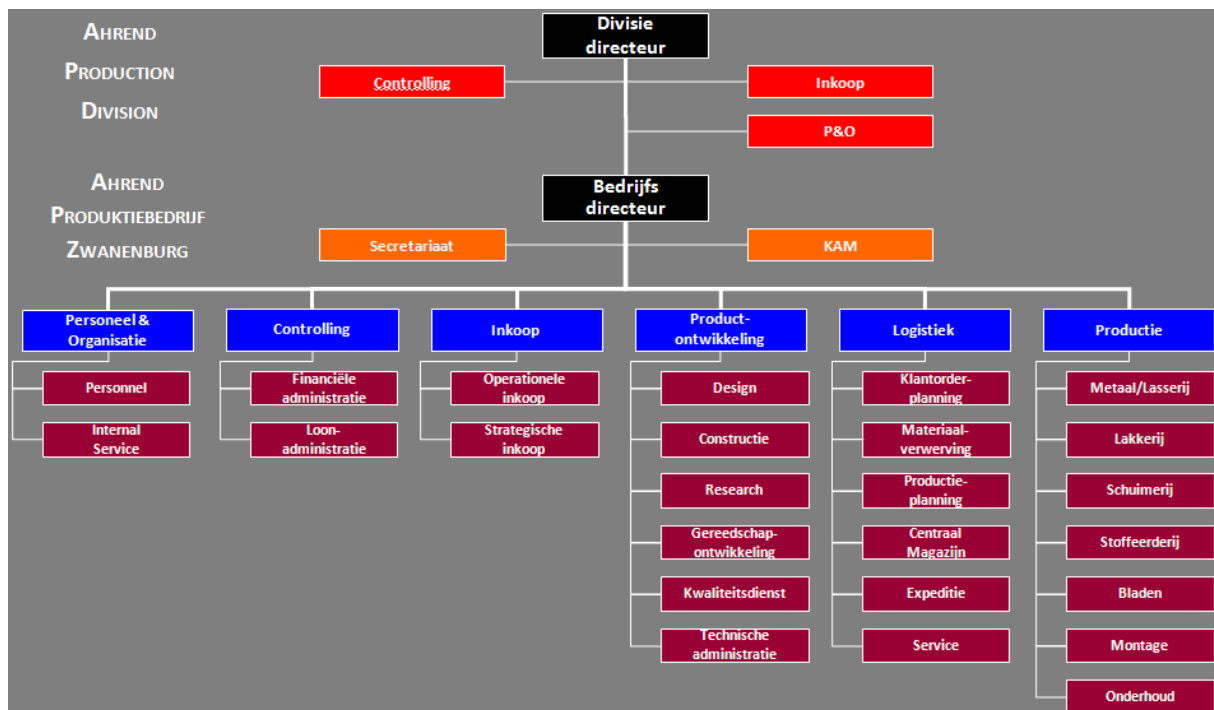
Figuur 1-2 A452 schooltafel en stoel

APZ maakt van grondstoffen halffabricaten en monteert dit samen met inkoopdelen tot een compleet eindproduct. Er zijn

binnen APZ vier verschillende productieafdelingen die samen verantwoordelijk zijn voor de fabricage van alle onderdelen en de montage van het eindproduct. Daarnaast zijn er diverse afdelingen die de productieafdelingen ondersteunen zoals inkoop, technische dienst en human resource. De vier productieafdelingen zijn:

1. Frameproductie
2. Montage
3. Stoffeer
4. Bladen

Binnen APZ werken ongeveer 200 mensen. In het Figuur 1-3 ziet u de huidige organisatie structuur.



Figuur 1-3 Organisatie van APZ en een overkoepelend deel van de divisie.

De reorganisatie zal weinig invloed hebben op het onderzoek omdat op productie niveau organisatorisch weinig tot niets verandert. Medewerkers die met pensioen gaan zullen waarschijnlijk niet vervangen worden omdat het personeelsbestand wordt ingekrompen. Hiervoor komen tijdelijk contracten of uitzendkrachten voor terug, mochten die arbeidsuren nodig zijn.

Ahrend is een internationale onderneming met een omzet van ongeveer een kwart miljard. Zoals elke onderneming heeft Ahrend ook last van de economische crisis. Het productie bedrijf Zwanenbrug word daarom gereorganiseerd en de productie zal efficiënter en beter moeten om het voortbestaan te garanderen.

In het volgende hoofdstuk de specifieke opdracht worden besproken. Aanbod zal komen wat de opdracht inhoudt en hoe de opdracht wordt aangepakt.

2. Probleemstelling & Onderzoeksopzet

2.1. Inleiding

Voor het onderzoek zal in grote lijnen de methode van 'de Algemene Bedrijfskunde Probleemaanpak' (ABP) van TSM business school gebruikt worden. (Heerkens H. , 2005) Er is voor deze methode gekozen omdat er ervaring is binnen de opleiding met deze methode. Deze methode heeft zijn dienst bewezen tijdens andere projecten die er mee uitgevoerd zijn. Daarnaast is deze ook specifiek op bedrijfskundige problemen gericht. Andere methodes missen vaak een aspect die bijvoorbeeld rekening houdt met de context van de organisatie of zijn te eenvoudig. Bijvoorbeeld bij Verschuur en Doorewaard, (Verschuren & Doorewaard, 1995) wordt de focus meer op de eerste fases van onderzoek gelegd zoals doelstelling en onderzoeksmodel, terwijl de ABP ook oog heeft voor de implementatie en evaluatie. Niet alle onderdelen zullen even uitgebreid worden besproken omdat het ene relevanter is in het licht van het onderzoek dan het andere.

2.2. Opdracht omschrijving volgens het bedrijf

De opdracht is uitgezet door het hoofd frameproductie die leiding geeft aan drie afdelingen (metaal, las en lak). Hij wil meer grip krijgen op de lasafdeling en omschrijft de afdeling als een 'blackbox'. Zijn opdracht omschrijving is maak de 'Maak de blackbox inzichtelijk, want momenteel is deze niet inzichtelijk'.

De aanleiding is te vinden in vorige onderzoeken en verandering binnen de afdeling frameproductie. In 2003 is er een afstudeerster (Diana Pennings) bezig geweest met de metaal en lasafdeling. Dit heeft geresulteerd in grote veranderingen op de metaalafdeling. Op de lasafdeling is alleen de inrichting veranderd. De lakafdeling heeft een nieuwe spuitcabine/lijn gekregen waardoor deze afdeling een stuk efficiënter loopt. De lasafdeling is nog niet grondig onderzocht. Het is dus nu tijd om te kijken hoe deze black box inzichtelijk gemaakt kan worden. Binnen APZ is door het management beslist de fabriek zo veel mogelijk in te richten op basis van het Lean Concept. Daarom zal de lasafdeling aan de hand het Lean concept geanalyseerd en inzichtelijk gemaakt worden.

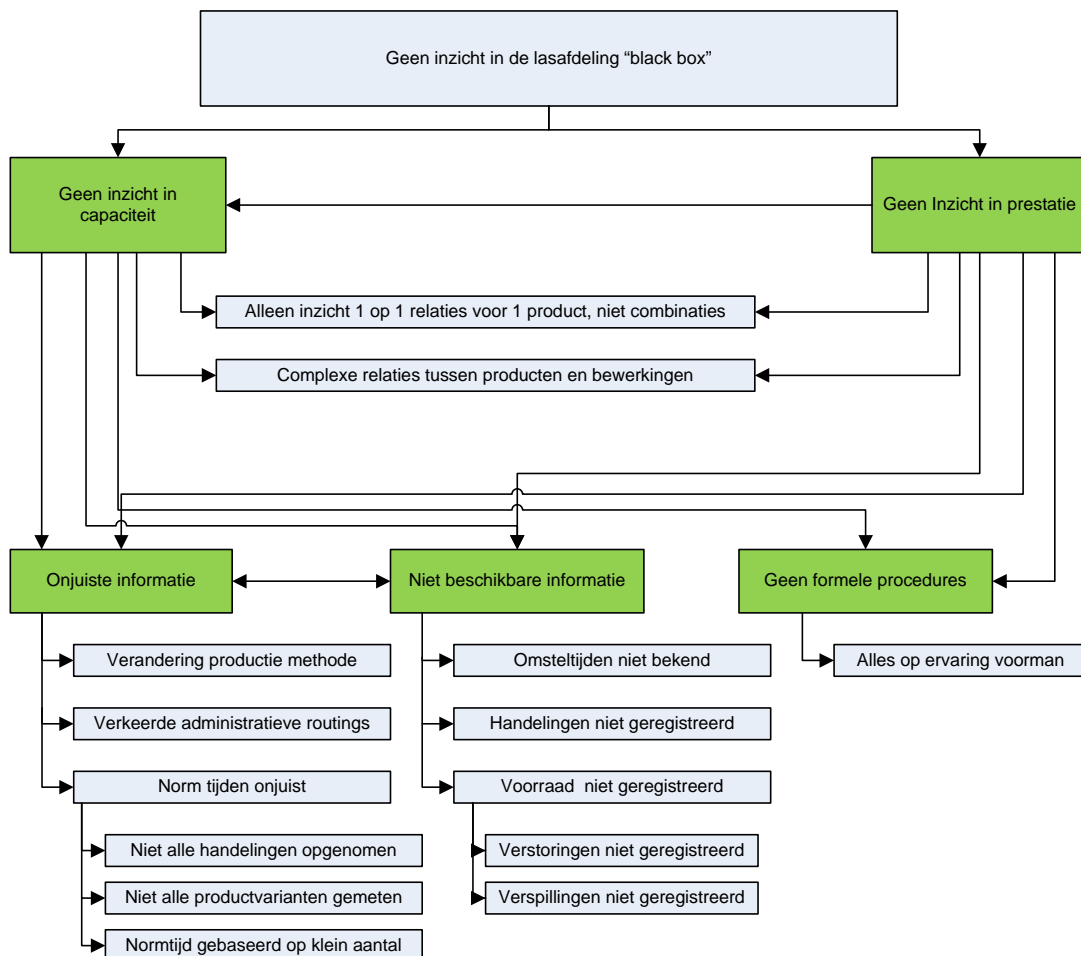
Het complete onderzoek vindt plaats op de lasafdeling. De lasafdeling valt onder de afdeling frameproductie.

2.3. Probleem identificatie

De opdracht omschrijving, “lasafdeling is blackbox”, is breed en geeft niet aan wat er dan precies van de lasafdeling inzichtelijke gemaakt moet worden. Wat is die black box? Gaat dit om het proces, gaat dit het financiële plaatje of bijvoorbeeld de arbeidsomstandigheden? Er zijn gesprekken gevoerd met diverse medewerkers van APZ om te achterhalen waar het nu om draait. Uit deze gesprekken is gebleken dat het bewerkingsproces op de lasafdeling wel duidelijk is. De bewerkingsstappen zijn relatief eenvoudig en in het aantal zijn het er niet veel. De proces flow is ook duidelijk. Het gaat dus niet om het proces zelf.

2.3.1. Probleemkluwen

Gebleken is dat het meer om de aansturing en prestatie van de lasafdeling gaat. Het hoofd frameproductie heeft geen inzicht in wat de afdeling kan en het is dus ook onduidelijk hoe deze presteert. Omdat dit momenteel niet bekend is dit voor het hoofd frameproductie een probleem omdat hij de afdeling niet monitoren en bijsturen. Uit deze gesprekken en uit andere bronnen zoals het ERP-systeem, manuals etc. is geprobeerd de oorzaak van dit probleem te achterhalen. De resultaten zijn in een probleemkluwen gezet en deze is weergegeven in Figuur 2-1. De gesprekken zijn gevoerd met het hoofd frameproductie, de voorman van de lasafdeling, hoofd productie van het management team en het hoofd klant order planning. Ook is er gesproken met het voormalig afdelingshoofd, de productieplanner, technische medewerker en nog informeel met vele anderen.



Figuur 2-1 Probleem kluwen, er zijn 5 hoofdoorzaken aangegeven. (groene rechthoeken)

De vijf hoofdoorzaken die volgen uit de probleemkluwen zijn:

- Geen inzicht in de capaciteit
- Geen inzicht in de prestatie
- Onjuiste informatie
- Niet beschikbare informatie
- Geen formele procedures

De vijf hoofdoorzaken zijn geïdentificeerd maar kunnen niet direct worden opgelost. Deze oorzaken hebben weer dieper liggende oorzaken die in lichtblauw in de probleemkluwen zijn aangegeven. Dit is geen volledige lijst en het onderzoek moet uitwijzen of er nog meer oorzaken zijn. De oorzaken moeten worden weggenomen om tot een oplossing van het probleem te komen.

Om het onderzoek richting te geven en omdat niet alle oorzaken in één keer kunnen worden opgelost moet er een keuze worden gemaakt tussen de hoofdoorzaken. Vervolgens kan één of kunnen meerdere oorzaken in het onderzoek worden weggenomen. De keuze van welk oorzaak welke prioriteit heeft, is voorgelegd aan het hoofd frameproductie en hiermee is overeengekomen prioriteit te geven aan de oorzaak van geen inzicht in de capaciteit. Dit is ook een logische keuze omdat dit meteen helpt het inzicht krijgen in de prestatie. Duidelijk is wel dat er veel andere oorzaken zijn waar rekening mee moet worden gehouden.

Het probleem van onjuiste en onvolledige informatie wordt niet aangepakt omdat uit gesprekken en een korte inventarisatie is gebleken dat het overgrote deel van die informatie wel juist en aanwezig is. Meestal is bekend waar de onjuiste informatie voorkomt en wordt dit al door inzicht ondervangen. Geprobeerd wordt om direct met bekende informatie die wel juist is te werken.

Het ontbreken van formele procedures is een ook oorzaak, maar heeft geen directe noodzaak. Deze procedures zijn vooral belangrijk in de communicatie en wanneer de voorman vervangen zou moeten worden. Momenteel ligt hier nog geen groot probleem. Daarnaast is een afweging gemaakt in moeilijkheid van de oorzaken en de beschikbare tijd. Besloten is dat in eerste instantie het capaciteiten probleem zal worden aangepakt.

2.3.2. Probleemeigenaren

Binnen deze probleemkluwen zijn verschillende probleemeigenaren te herkennen. De belangrijkste drie zijn de voorman en de eerste medewerker van de lasafdeling zelf. De derde eigenaar is het hoofd frameproductie. De voorman en eerste medewerker krijgen geen 'eerlijke' waardering voor hun geleverde werk en stuiten op onbegrip van andere afdelingen wanneer productieniveaus niet worden gehaald. Het hoofd frameproductie beschikt niet over de middelen om zijn lasafdeling juist te sturen en heeft geen inzicht in de capaciteiten. Hierdoor ontstaan onnodig misverstanden en loopt het niet altijd zoals gewild. Meegenomen moet worden dat de belangen gedeeltelijk wel tegenstrijdig zijn. De voorman van de afdeling ziet meer inzicht als controle en verliest hierdoor zijn autonome machtspositie voor wat betreft de inzichten en sturing op de afdeling. Het hoofd frameproductie wil juist meer inzicht in de afdeling om zo minder afhankelijk te zijn van de voorman.

Er zijn belanghebbenden die geen directe eigenaar zijn, zogenoemde stakeholders. Dit is bijvoorbeeld Klant Order Planning dat onduidelijkheid heeft naar de klant, de

kwaliteitsdienst dienst die een hoger kwaliteitsniveau wil bereiken, de technische dienst die verantwoordelijk is voor de machines en zo zijn er nog meer stakeholders. Deze stakeholders hebben ook belangen in het onderzoek en moeten een afweging maken tussen hun eigen belangen en het belang van de lasafdeling wanneer zij verzocht worden mee te helpen in het onderzoek.

2.3.3. Huidige en gewenste situatie

Wanneer het probleem vertaald wordt naar een huidige situatie en een gewenste situatie kan er het volgende gesteld worden. Er is momenteel geen inzicht in de prestatie en capaciteit van de afdeling. De gewenste situatie is dat deze inzichten in prestatie en capaciteit er wel komen. Het verschil tussen deze twee situaties is het ontbreken van inzichten. Deze inzichten moeten aangeven wat de afdeling kan en hoe efficiënt hij dat doet. Of dit goed of slecht is kan dan nader worden bepaald (norm). Deze inzichten zijn dus indicatoren over de prestatie ten opzichte van de capaciteit.

2.4. Doelstelling

Uit de probleemkluwen en in combinatie met gesprekken zijn de volgende doelstellingen voor het onderzoek neergezet.

1. Inzicht in de relaties tussen de productie middelen en de capaciteit op dagbasis.
2. Goede, objectieve prestatie indicatoren, die gemakkelijk te monitoren zijn.

2.5. Probleem Aanpak

Bij het oplossen van de problemen zijn in de basis drie mensen betrokken, dat is de onderzoeker, de voorman van de lasafdeling en het hoofd frameproductie (opdrachtgever). De uitvoeder is de leider van het traject en kan direct overleggen met de andere twee betrokkenen over inzichten en vraagstukken. De lijnen tussen probleem eigenaren zijn kort. De onderzoeker heeft zelf de verantwoordelijkheid om het project tot een goed eind te brengen.

Informatie wordt gehaald uit de theorie en dan met name de analyse hulpmiddelen. Daarnaast kan data verkregen worden van het ERP systeem, eerdere verslagen van Ahrend en andere afstudeerders binnen APZ. Veel informatie zit in de hoofden van mensen dus het is belangrijk veel medewerkers te interviewen en veel vragen te stellen. Bij laag opgeleide medewerkers is het belangrijk te volharden in het doorvragen voor het verkrijgen van informatie. Sociale vaardigheden zijn hier ook van belang. Medewerking van andere afdelingen moet niet worden vergeten, zoals de technische dienst, montage afdeling en metaal afdeling. Er kunnen verschillende metingen worden gedaan om meer inzicht in bepaalde situaties te geven.

2.6. Afbakeningen

Om het onderzoek binnen de perken te houden vooral op gebied van tijd, worden er een aantal aspecten buiten beschouwing gelaten. Het kader voor het onderzoek zal geschetst worden aan de hand van een aantal punten.

- De functie van de lasafdeling binnen APZ kan niet veranderen, dit omdat het onderzoek alleen over deze afdeling gaat en grote wijzigingen breder onderzocht moeten worden omdat die grotere gevolgen heeft voor APZ;

- De uiteindelijke vraag kan niet worden beïnvloed;
- Het logistieke concept moet buiten de afdeling in takt blijven. Later leveren aan de lakafdeling is dus uitgesloten, op voorraad produceren op de afdeling zelf is wel mogelijk;
- De human resource kant wordt niet besproken, dit vanwege de tijdsplanning en omdat dit een andere invalshoek is.
- Er is voldoende voorraad van halffabricaten en inkoopdelen zodat de productie altijd van start kan gaan, dit is de verantwoordelijkheid van de metaal- en inkoopafdeling.
- Er wordt niet gekeken naar de technische productiviteit. Dus het sneller laten werken van machines wordt buiten beschouwing gelaten, de robots kunnen bijvoorbeeld anders geprogrammeerd worden waardoor hun 'reis' afstand kleiner wordt en hun snelheid van werken groter.
- Er is weinig ruimte voor grote investeringen. Complete nieuwe machines kunnen dus niet worden aangeschaft.

2.7.Onderzoeksvragen

Als probleemstelling wordt het volgende gehanteerd:

Er is geen inzicht in de productiecapaciteit waardoor er onduidelijkheid bestaat over de prestatie van de lasafdeling.

Er zijn twee onderzoeksvragen geformuleerd die de probleemstelling moeten oplossen. De vragen bestaan uit deelvragen om tot een antwoord te komen. De vragen zijn geformuleerd rekeninghoudend met eerder geschetste beperkingen en doelen van de opdracht.

1. Wat is de productiecapaciteit van de afdeling?
 - 1.1. Uit welke middelen bestaat de productiecapaciteit?
 - 1.2. Wat is de bottleneck in de middelen?
2. Op welke manier kan de prestatie van de afdeling beter in kaart worden gebracht?
 - 2.1. Hoe wordt de prestatie nu gemeten?
 - 2.2. Wat moet er gemeten worden en hoe moet dit worden gedaan?
3. Hoe kan de prestatie worden verbeterd door het elimineren van verspillingen?

De beantwoording van deze vragen zal moeten leiden tot de beantwoording van de probleemstelling en de doelen die eerder geschetst zijn.

Het onderzoek is opgezet volgens de Algemene Bedrijfskundige Aanpak. Besproken is hoe aan informatie gekomen kan worden en wie daar bij betrokken zijn. Valkuilen zijn aangestipt en het probleemgebied is afgebakend. Het onderzoek zal zich richten op wat de afdeling kan en hoe dit gemeten moet worden. Het Lean concept wordt als leidraad genomen. In de volgende hoofdstukken zal de theoretisch handvatten worden geschetst en de huidige situatie in beeld worden gebracht.

Om de problemen te analyseren en op te lossen wordt er gebruikt gemaakt van verschillende theorieën die in de literatuur zijn beschreven. Deze zullen kort worden samengevat in dit hoofdstuk. Na dit hoofdstuk zullen deze gebruikt worden om de situatie te analyseren en op te lossen.

3. Theoretisch kader

3.1. Theorie of constrains

De theorie of constrains is geformuleerd door Eliyahu Goldratt. Deze theorie zegt dat er in elke proces een handeling of machine is die de bottleneck vormt. Het gebruik van deze bottleneck moet geoptimaliseerd worden voordat andere activiteiten van het proces geoptimaliseerd moeten worden. Het heeft geen zin om het proces rond de bottleneck te optimaliseren aangezien de bottleneck nog steeds het knelpunt is. De planning moet vervolgens op de bottleneck gemaakt worden.

Deze theorie definieert een bottleneck/constrain als volgt: *“Iets wat een systeem belemmert in het halen van hogere resultaat versus zijn doel”* (Goldratt, 1988)

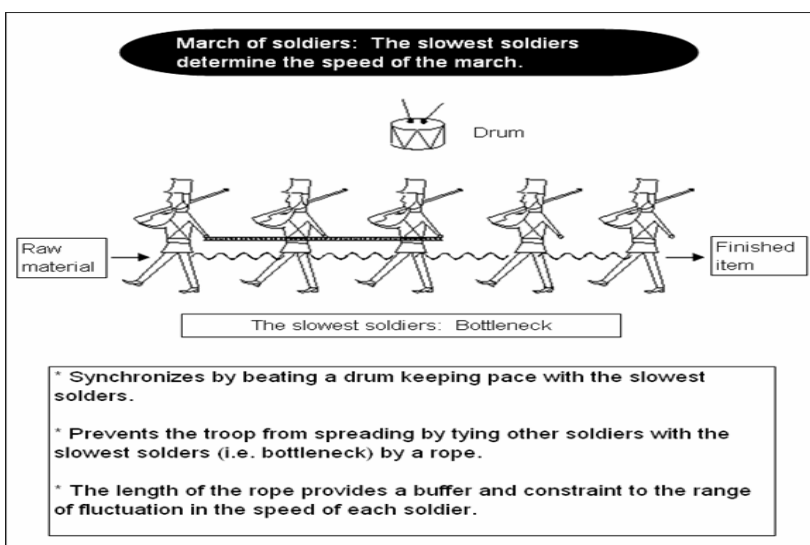
In deze theorie moeten 5 stappen ondernomen worden:

1. **Identificeer** de bottleneck in het systeem
2. **Beslis** hoe de bottleneck (maximaal) gebruikt gaat worden
3. Maak de rest **ondergeschikt** aan deze beslissing.
4. **Evalueer** de bottleneck in het systeem
5. Zorg dat er geen nieuwe bottleneck ontstaat, **herhaal** stap 1 t/m 4

Drum Buffer Rope . (DBR) (Atwater)

Dit principe is een verdere uitwerking/aanvulling op de theorie of constrains. Dit zegt dat een geheel gebalanceerd systeem niet wenselijk is en eigenlijk ook onontkoombaar is. DBR systemen identificeren de bottleneck en maken de planning rondom deze bottleneck. Deze bottleneck vertrouwt dan op de overcapaciteit van andere middelen (niet constrains). Dit zorgt ervoor dat problemen bij andere stations niet zorgt voor vertraging van de bottleneck. Dit wordt ook wel beschermcapaciteit genoemd (protective capacity). Voor de bottleneck

wordt dan een buffer opgebouwd zodat verstoringen in de keten geen verlies op de bottleneck opleveren. De drum kan vergeleken worden met de bottleneck die het productie tempo bepaald. De buffer is de spanning die op het touw staat en het touw zorgt voor de aansturing van de andere productie eenheden.



Figuur 3-1 TOC kan je vergelijken met marcherende soldaten waarbij de slag van de drum het tempo

bepaald. Het touw kan strak of los gespannen zijn, dit is de buffer over capaciteit. Daarnaast kan niemand sneller lopen omdat het touw dan strak komt te staan. Ontleend aan www.lean-manufacturing-japan.com

De TOC wordt ook door diverse mensen bekritiseerd. Zo claimen mensen (Trietsch, 2005) dat er andere technieken zijn die beter zijn de LP rekenmodellen van de TOC-theorie. Met name op het gebied van het DRM principe waar voorraad wordt aangelegd. Vaak wordt ook gemeld dat het een theorie is die gebaseerd is op andere theorieën en deze geen erkenning hiervoor geeft. Het zou dus niet origineel zijn en zwaar leunen op PERT/CPM en JIT. (Steyn, 2000) Daarnaast wordt aangegeven dat de TOC weinig wordt behandeld in management scholen en daarom niet als erkende/bewezen theorie wordt beschouwd.

TOC wordt door Goldratt nog veel meer uitgebreid m.b.t. tot accounting, aansturing etc. dit is een relatief onbekend onderdeel van de TOC en in dit onderzoek ook nog niet van belang omdat dit gebied niet wordt bekeken. Deze theorie kan gebruikt worden voor het in kaart brengen van de capaciteit. Wanneer de capaciteit bekend is kan de prestatie gemeten worden. De focus van TOC is de doorvoer (throughput) van het productiesysteem te verhogen.

3.2. Operations Research

Operation research (OR) geeft een wiskundige basis aan complexe problemen. Het is in staat grote wiskunde problemen door middel van computers en heuristische oplossingen te lossen of een goede benadering van de oplossing te geven. Meestal heeft dit als doel iets maximaliseren of minimaliseren.

Het model is een versimpelde weergave van de werkelijkheid die management kan helpen bij het behalen van zijn doelen. Het wordt in vele velden gebruikt en vindt zijn oorsprong in de tweede wereldoorlog bij het plannen en aansturen van vooral de logistieke problemen die kwamen kijken bij het materieel en de mensen.

Met het groeien van de rekenkracht bij computers is ook de interesse in OR toegenomen. Het is mogelijk om steeds grotere numerieke problemen op te lossen. Niet alle modellen zijn zo goed dat er een optimale oplossing te vinden is binnen de gewenste tijd. In reactie hierop zijn methodes ontwikkeld, zogenoemde heuristische, die via slimme stappen tot een benadering van de beste oplossing komen in veel minder tijd.

Voorbeelden van toepassingen zijn route planning van vrachtwagens langs hun klanten, het minimaliseren van risico bij projecten, het bepalen van ticketprijzen bij vliegtuigen, het plannen van productieprocessen en productiemiddelen etc.

Operations Research kan beslissingen ondersteunen in het aansturen van de productie. OR wordt gebruikt als een hulpmiddel bij aansturing van de afdeling wat Operation management is.

OR kan gebruikt worden om het plannen van de bottleneck mogelijk te maken en zo de rest van de productie af te stemmen op de bottleneck.

3.3. Lean Concept

3.3.1. Historie

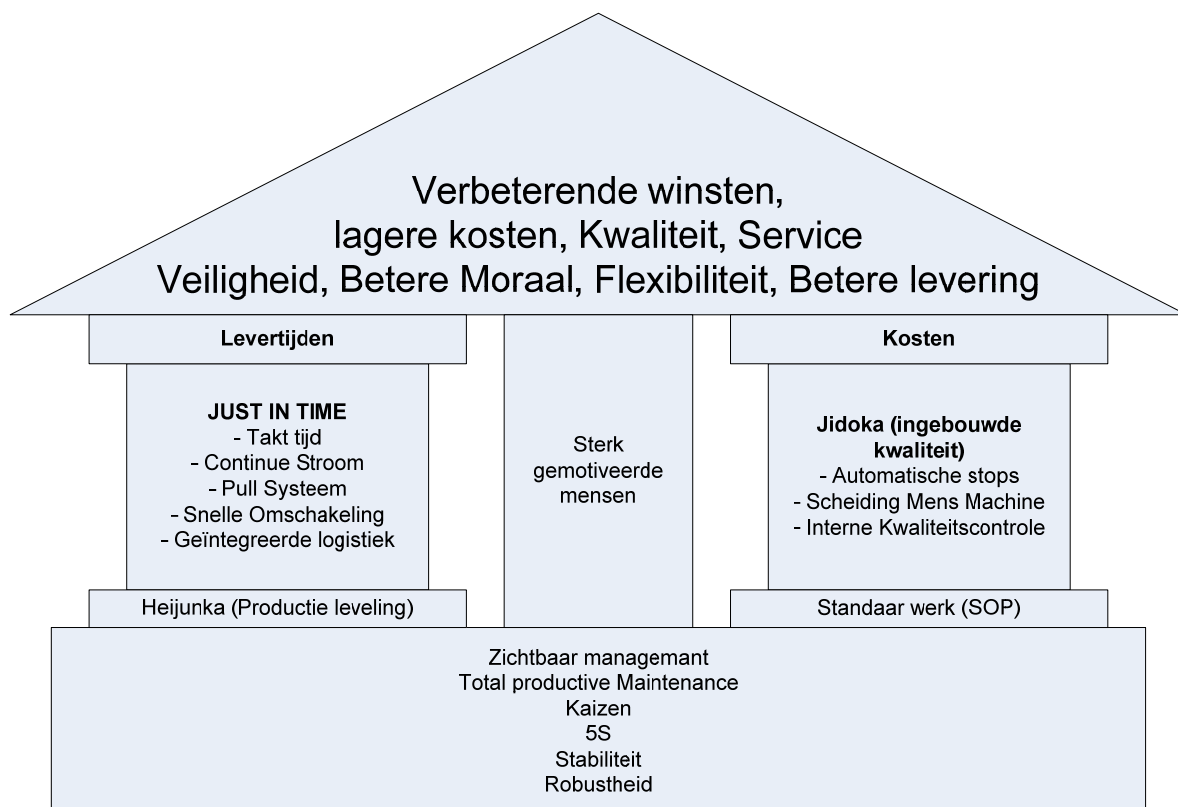
De meeste mensen herleiden het 'echte' Lean concept terug tot het bedrijf Toyota dat met het Toyota Productie Systeem (TPS) een succesvol autobedrijf voortbracht. Uit het TPS is het

Lean Concept voort gekomen. Deze is benoemd door onderzoekers van het Massachusetts Institute of Technology (MIT) onder leiding van dr. James P. Womack.

Het Lean concept is gebaseerd op een aantal management theorieën en is dan ook meer een concept dan één manier van werken of één theorie. Het biedt geen oplossing voor een concreet probleem of issue maar een werkwijze die problemen kan oplossen en voorkomen. Lean is gebaseerd op andere management theorieën zoals het scientific management van Taylor en het Just in Time principe. Doordat het een aggregatie is van meerdere theorieën wordt in dit verslag van een Lean concept gesproken en niet van een filosofie.

3.3.2. Model

Lean wordt vaak weergegeven als een huis wat te zien is in Figuur 3-2. Het dak zijn de doelen die bereikt worden wanneer Lean goed wordt uitgevoerd. Drie peilers zorgen voor de ondersteuning van dit dak en de fundering zijn de tools die het mogelijk maken om Lean toe te passen. Lean probeert aan twee kanten te werken. Eén is om de kosten te verminderen door verspillingen tegen te gaan en de andere is om alles zo continue mogelijk te laten verlopen zodat er weinig variatie is. Dit alles is afhankelijk van de mensen (middelste pijler). In feite zijn de mensen het belangrijkste aspect van Lean. Met mensen wordt zowel de mensen op de vloer als management bedoeld. De fundering, de tools, moeten dit allemaal mogelijk maken. Het huis geeft een eerste beeld van Lean, maar wordt door verschillende beoefenaars en wetenschappers weer net iets anders getekend en ingevuld. Alle doelen samen kunnen worden samengevat als klantwaarde, dit is iets waar de klant voor wil betalen. Waar de klant voor wil betalen vertegenwoordigd waarde. *Het hoofddoel van Lean is het creëren van klantwaarde.*



Figuur 3-2 Het Lean huis. Gebaseerd op o.a. (Sayer & Bruce, 2007) en (Wikipedia, 2009)

3.3.3. Grondbeginselen

De grondbeginselen zijn de beginselen waar het Lean Concept de focus op legt. Alle tools hebben als doel deze grondbeginselen te verbeteren.

Klantwaarde, Lean gaat altijd uit van de klant, wie is de klant, wat wil de klant en het liefst wat wil de klant morgen. Er wordt gemaakt wat de klant wil, anders koopt de klant het product niet. Er moet waarde aan het product worden toegevoegd. Waarde kan ook in de vorm zijn van omrijden of netjes verpakken.

Flow, het productiesysteem moet in een constante stroom vloeien. Het idee is dat van grondstof tot eindproduct het product in een continue stroom doorgaat. De halffabricaten en producten mogen niet stil liggen in een voorraad. De onderdelen moeten op het juiste moment, op de juiste plaats en in de juiste hoeveelheid arriveren, kortweg Just In Time (JIT). Vanaf het moment dat een klant de vraag genereert moet de grondstof in continue flow door het proces gaan om zo zonder onderbreking aan te komen bij de klant.

Pull, Alle producten moeten door het productieproces worden getrokken. De klant is de initiator van de pull. Door de pull beweging wordt de rest van de productie alleen geactiveerd wanneer dit nodig is. Dit zorgt in het ideale geval voor geen voorraden in het proces en een gemakkelijk aansturing van het proces. Vaak is deze aansturing visueel waardoor geen ingewikkelde aansturingmechanisme of software nodig zijn.

Perfectie, Lean is een constante bezigheid en eindigt niet na een bepaalde tijd. Het is continue in het bedrijf aanwezig. Elke keer weer is het doel dichterbij de ideale situatie te komen, deze ideale situatie zal alleen nooit bereikt zal worden. Bij het aanpakken van de ene verspilling wordt een andere verspilling weer bloot gelegd.

Nu de grondbeginselen van Lean besproken zijn wordt gesproken over de uitvoering van Lean. Daarvoor is het nodig het om de concrete verspillingen in beeld te brengen

3.3.4. Verspillingen & Hulpmiddelen

Verspillingen kent vele vormen en moet in het bredere perspectief gezien worden. Lean heeft in beginsel 7 verspillingen. Deze lijst is gebaseerd op o.a. (Natalie & Williams, 2008) (Rother & Harris, Creating Continuous Flow, 2001)

1. Transport
2. Wachten / Vertraging
3. Overproductie
4. Defect / Reparatie / Afkeur
5. Voorraad
6. Beweging
7. Extra verwerking

Deze verspillingen kunnen worden onderverdelen in twee klassen, type 1 en type 2. (Sayer & Bruce, 2007)

- Type 1 verspillingen voegen geen waarde toe maar worden wel nodig geacht voor de bedrijfsvoering, zoals het op voorraad produceren om aan vraagvariatie te kunnen voldoen.
- Type-2 verspillingen voegt geen waarde toe en is ook niet nodig voor het proces.

Type 2 moet als eerste worden geëlimineerd, waarna type 1 moet worden aangepakt.

Naast deze verspillingen worden er nog door o.a. (Natalie & Williams, 2008) en meer, het niet benutten van het menselijke kennis genoemd. Dit wordt dan ook wel de achtste verspilling van Lean genoemd.

Er zijn vele hulpmiddelen en tools om verspillingen tegen te gaan en om Lean te ondersteunen en te implementeren. Niet al deze hulpmiddelen moeten worden gebruikt. Elk hulpmiddel heeft zijn eigen kracht en is gericht op één bepaalde soort verspilling. Afhankelijke van de situatie kan er een geschikt hulpmiddel worden gekozen. Hulpmiddelen variëren van analyse technieken tot werkplek inrichting tot communicatie technieken.

3.4. Discussie

Lean kent vele aanhangers en wordt vaak gezien als ‘de oplossing’ voor productie bedrijven en in toenemende mate ook voor services bedrijven en overheidsinstellingen. Toch zijn er ook mensen die Lean niet zien als complete oplossing zien twijfelen aan de bruikbaarheid van Lean in andere industrieën zoals de service en overheid.

De discussie gaat vaak niet over het slimmer werken door betere werkcel inrichting en een schone, georganiseerde werkplek. Deze meerwaarde wordt door de meeste mensen wel herkend en benoemd maar de vraag is of dit nu typisch Lean is of gewoon menselijk verstand. (Kwikkers, Lean is wel een goed idee!, 2009). Zo geeft **Jeffrey K. Liker** aan dat vaak onderschat wordt hoeveel tijd en grondig voorbereiding nodig is voor het implementeren van Lean. De tijd die nodig is om het bedrijf en het personeel te veranderen. Desondanks is hij toch aanhanger van Lean.

De discussie gaat vaak over het creëren van de continue flow en het elimineren van tussenvoorraden. Een mooi voorbeeld van waar Lean niet zou werken is de afwaskeuken. Dit voorbeeld werd geschetst door (Kwikkers, 2008). Elke keer een bord afwassen, afdrogen en opruimen gaat ten koste van de efficiëntie. Tussenvoorraden van vuile en afgewassen borden zijn nodig om efficiënt te ‘produceren’. Andere stellen dan weer dat er meer mensen zouden moeten helpen om de continue flow te creëren. Dus een afwasser, een afdroger, een opruimen etc.

Moeilijkheden doen zich voor in bedrijven waar grote variëteit aan producten is en klantorder gestuurd zijn. Voorraden zijn hier onvermijdelijke en nodig om aan de klant vraag te (Sproull, 2009) In Schotland is een uitvoerig onderzoek gedaan naar de toepasbaarheid van Lean bij overheidsorganisaties. Dit onderzoek (Dr Zoe Radnor, 2006) geeft aan dat het toepasbaar is bij overheidsorganisaties maar geeft goed aan wat de randvoorwaarden zijn. Het geeft aan dat er vele quick wins zijn te behalen maar dat dit niet altijd kosten zal besparen, met name niet met minder mensen hetzelfde doen, misschien wel sneller. Kritische succes factoren zijn de mogelijkheden van de organisatie om te gaan met veranderingen en het inzien van het belang van deze veranderingen. Voor succes op lange termijn moet het onderdeel worden van de strategie. Lean is het meest geschikt voor organisaties met hoog volume, repenterende taken en een platte organisatie die ruimte geeft aan de medewerkers om mee te doen met de verbetering.

TOC en Lean zijn beide continue verbetermodellen, elk heeft zo zijn voor en tegen argumenten en kan in een andere situaties en processen beter werken. Nave (Nave, Maart 2002) geeft een aardige vergelijking tussen verschillende verbetermethoden en geeft duidelijk aan waar de focus van elke methode op ligt. Afhankelijk van de focus van het bedrijf kan een strategie gekozen worden. In het blad "kwaliteit in bedrijf" wordt aangegeven hoe 'bedrijfsexcellentie' bereikt kan worden. Het komt er op neer dat er meerdere wegen zijn net zoals Nave aangeeft. (Hoe Lean, Six Sigma, TPM en TOC u de top helpen bereiken, 2007)



3-3 Er zijn meerdere wegen die naar de top leiden.

Een nieuwe methode iTLS is in opkomst. Dit is een methode die TOC, Lean en Six sigma combineert op zijn sterke punten. Momenteel wordt deze alleen nog gedoceerd op de Weber state universiteit en staat hij nog in de kinderschoenen. Waarschijnlijk is dit wel de toekomst omdat de focus van elke strategie net weer ergens anders ligt en een bedrijf nooit op elke afdeling dezelfde focus heeft. De ene afdeling is een bottleneck en focust dus meer richting TOC terwijl de andere op verspilling en efficiënt proces richt. Een andere afdeling moet zich richten op hoogwaardige kwaliteit waar six sigma weer beter toepasbaar is. (Sproull, 2009)

3.5.Conclusie

TOC kan gebruikt worden om de bottleneck van de lasafdeling in kaart te brengen vervolgens kan aangegeven hoe rondom de bottleneck gepland moet worden. Bij de planning kunnen LP modellen en heuristiek gebruikt worden. De prestatie kan gemeten worden en met Lean hulpmiddelen kan de prestatie verhoogd worden.

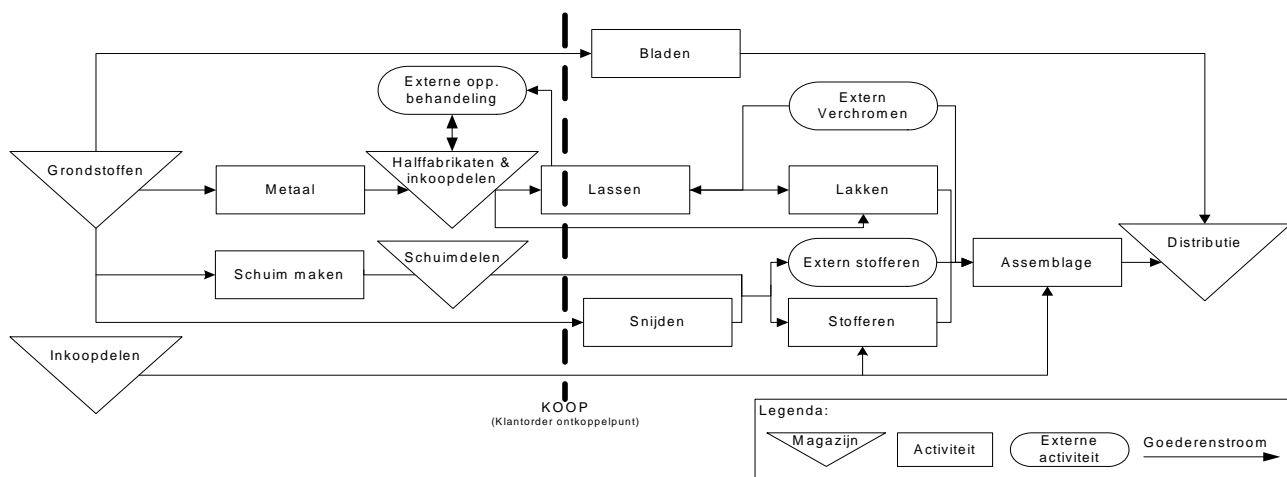
Nu de theoretische handvatten zijn besproken kunnen deze handvatten toegepast worden op de lasafdeling. Begonnen word met een bespreken van de huidige situatie. Vervolgens zal er een analyse worden gemaakt met behulp van de TOC-theorie om de bottleneck op te sporen. Dan is er duidelijk wat de afdeling kan en kan de prestatie gemeten worden. Vervolgens kan met Lean in kaart worden gebracht waar verspillingen optreden en hoe die geëlimineerd kunnen worden.

In dit hoofdstuk zal er specifiek over de huidige situatie van de lasafdeling worden gesproken. De positie van de lasafdeling binnen de organisatie zal duidelijk worden. Dan zal besproken worden wat er gebeurt op de lasafdeling om vervolgens alle middelen en hun relatie met elkaar duidelijk te maken.

4. Huidige situatie

4.1. De lasafdeling binnen APZ

In Figuur 4-1 wordt getoond hoe het productieproces van APZ georganiseerd is. Het productieproces wordt aangestuurd middels een ERP systeem welk orders voor desbetreffende afdelingen genereert. In het figuur is te zien dat enkele handelingen worden uitbesteed, zoals het verchromen en een deel van het stofferen.



Figuur 4-1 Productieproces bij APZ. Halfabrikaten worden zelf geproduceerd of ingekocht bij externe leveranciers. Specialistische behandelingen zoals verchromen worden ook uitbesteed. (Pemmings, 2005) Aangepast

Halfabrikaten worden zelf gemaakt of worden ingekocht bij derden. De winst van APZ ligt in het maken van hoogwaardige frames van laagwaardig staal. APZ wil graag “goed” worden in het maken en buigen van frames van staal. Andere onderdelen zoals aluminium halfabrikaten, kleine niet metalen halfabrikaten en mechanische onderdelen wil APZ zo veel mogelijk inkopen.

Het klant order ontkoppel punt (KOOP) punt ligt net voor de lasafdeling en na de metaalafdeling zoals te zien is in Figuur 4-1. Een MRP gestuurde voorraad is de buffer tussen twee verschillende afdelingen.

Belangrijk bij proces is het logistiek concept (Bijlage D). Dit houdt in dat wat vandaag gelast wordt, wordt morgen gelast en overmorgen gemonteerd. Dit ‘treintje’ kan niet onderbroken worden en hier tussen zijn geen voorraden. Van dit logistiek concept mag niet worden afgeweken.

4.2. Lasafdeling in vogelvlucht

De metaalafdeling levert halfabrikaten aan de lasafdeling via magazijn één. Samen met inkoopdelen en één-op-één onderdelen uit magazijn twee worden deze samengevoegd op de lasafdeling tot halfabrikaten of complete frames. Dit gebeurt doormiddel van handlassen, robotlassen en solderen Deze complete frames worden doorgeleverd aan de lakafdeling of

worden extern verchroomd. Er staan zes robots of de afdeling waarvan er vijf Mig/Mag (CO₂, draad) lassen en één TIG (samensmelten) last. Daarnaast zijn er enkele handlas werkplekken en soldeerautomaten. In Figuur 4-2 is een computer illustratie van een robot cel te zien.



Figuur 4-2 Computer Illustratie van een robot cel. Op de lasafdeling zijn de robots uitgerust met meer inbouw plekken dan op de illustratie te zien is. Meestal 4 plekken.

Er is één voorman die hoofd is van de lasafdeling, zijn plaatsvervanger is de eerste medewerker. Daarnaast zijn er standaard 8 FTE aan uren actief (2 medewerkers zijn voor 50% arbeidsgeschikt dus in de praktijk zijn er meer medewerkers actief). Veel werknemers werken al vele jaren voor Ahrend en zijn laag opgeleid. In drukke periodes worden er medewerkers 'geleend' van andere afdelingen waar het rustig is of worden uitzendkrachten ingehuurd. Daarnaast kan er in drukke periodes worden over gegaan op ploegendienst of kan er op zaterdag gewerkt worden.

4.3. Productieproces op de lasafdeling

Het productieproces op de afdeling start met een order die automatisch gegenereerd wordt door het ERP systeem Deze print elke dag de productie orders uit voor de komende drie dagen, dit zijn geclusterde orders. Dit houdt in dat twee orders van hetzelfde product samen worden geclusterd tot één order. Deze orders worden verdeeld door de voorman of eerste medewerker over de drie verschillende manieren van produceren. De verschillende manier zijn:

- Robotlassen
- Handlassen
- Solderen (Figuur 4-3)

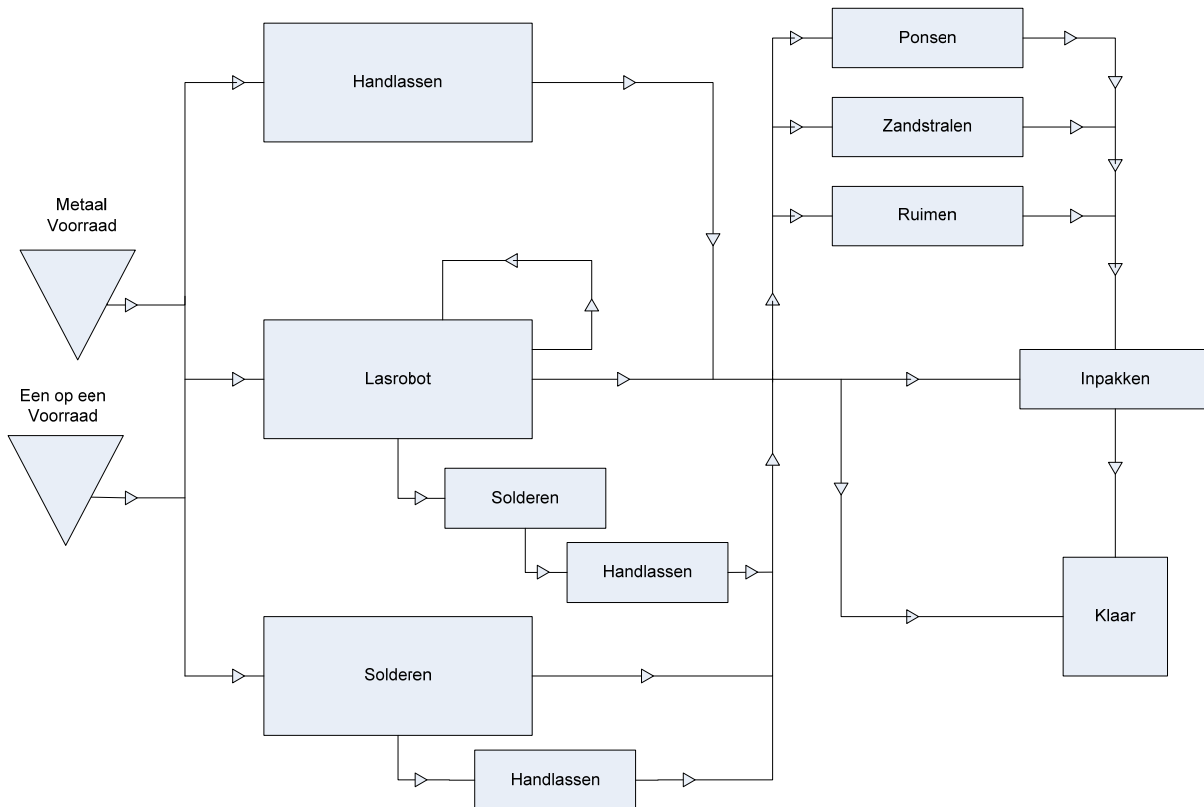


Figuur 4-3 Close-up van een soldeer machine. Het product wordt in een mal gestopt en vervolgens verhit om samen te vloeien met een verbindingsmetaal bijvoorbeeld zilver.

Afhankelijk van het product kunnen er één of meerdere bewerkingen nodig zijn. Zo kan het zijn dat een product twee keer in een robot gelast moet worden of in een robot gelast moet

worden en daarna gesoldeerd moet worden. Naast de drie hoofdbewerkingen zijn er nog randbewerkingen zoals ruimen, zandstralen en richten die bij sommige producten moeten worden uitgevoerd nadat er gelast of gesoldeerd is. Dit is te zien in Figuur 4-4.

Figuur 4-4 Schematisch overzicht van de mogelijke productiewegen die een artikel af kan leggen.



Producten kennen vele variaties, onderdelen kunnen verschillen en de lassen op dezelfde plek liggen maar het ook zo zijn dat onderdelen verschillen en lassen op verschillende plekken liggen. Een specifiek product wordt geïdentificeerd door zijn artikelnummer. Doordat er vele variaties zijn gaan er ook vele verschillende producten over de lasafdeling. In bijlage E staat precies uitgelegd welke variaties kunnen optreden en hoe deze nummers zijn opgebouwd.

Productieorders worden opgedeeld in drie fases:

1. Ordervoorbereiding – Het halen van halffabricaten en het instellen van de machine.
2. Orderuitvoering – Het maken van de producten d.m.v. solderen of lassen.
3. Orderafhandeling – Het stapelen, inpakken, nabewerken en verplaatsen van producten.

In fase één worden de mallen op de machine geplaatst en wordt de machine ingesteld. Dit is niet nodig wanneer de machine nog ingesteld is op dit product. De magazijnafdeling levert uit magazijn twee de één op één producten, de metaal producten worden door iemand van de afdeling zelf naar de locatie vervoerd.

In fase twee worden de onderdelen in de bijbehorende mal geplaatst om vervolgens aan elkaar gelast of gesoldeerd te worden. Dit kan beide zowel met de hand als met een machine.

De werknemer handelt in fase drie de order af door eventueel een randbewerking uit te voeren en de producten te transporteren. Is dit gedaan dan kan de voorman een order gereed melden. Eén persoon kan verantwoordelijk zijn voor de hele ordercyclus maar dit kunnen ook meerdere personen zijn.

Magazijnen

Het één op één magazijn levert de onderdelen uit voor producten die in kleinere oplage gemaakt worden of die niet als bulk verpakt zijn op de metaalafdeling. De magazijnafdeling levert dan ook precies het aantal dat gemaakt moet worden. Het metaalmagazijn bevat meestal bulkproducten die met bakken (bins) worden geleverd vaak in 100 of meer stuks. De metaalafdeling vult dit metaalmagazijn en de lasafdeling haalt zelf zijn onderdelen uit het metaalmagazijn. Dit magazijn is nodig omdat de metaalafdeling lange omsteltijden kent en dus grote batches van onderdelen maakt. Dit magazijn creëert de mogelijkheid om de lasafdeling klantorder gestuurd te maken en de metaalafdeling niet.

4.4. Aansturing

De afdeling wordt aangestuurd door de voorman die onderleiding staat van het hoofd frameproductie. De voorman is verantwoordelijk voor de prestatie van de afdeling en de operationele gang van zaken. Hij geeft medewerkers vrij en deelt de dagelijkse taken toe aan de medewerkers. De voorman zorgt dat de orders afkomen en gereed gemeld worden. Zijn rechterhand is de eerste medewerker die zijn taken eventueel kan overnemen indien hij afwezig is. Daarnaast zit de voorman bij de diverse overleggen tussen verschillende afdelingen zoals de kwaliteitsdienst en de metaalafdeling. De voorman is voor de medewerkers het eerste aanspreekpunt bij (productie)problemen. Hij moet aangeven bij het hoofd frameproductie wanneer de afdeling medewerkers te kort komt of productie niet gaat halen. Samen met het hoofd frameproductie kunnen zij naar een oplossing zoeken.

De voorman verdeelt de orders over de drie verschillende manieren van bewerken. Deze drie manieren zijn de lasrobot, de soldeerautomaten of het handlassen. Medewerkers worden verdeeld over de verschillende werkzaamheden en hebben vaak hun eigen voorkeur/specialiteit en een 'eigen' robot/machine. Zij hebben dus een min of meer een vast plek. Medewerkers zijn wel onderling uitwisselbaar. Alleen handlassen wordt aan een aantal ervaren medewerkers toegewezen in verband met de kwaliteit.

Indeling gebeurt vooral op persoonlijk inzicht. Er is geen vast protocol hoe productieorders of robots ingedeeld moeten worden. Hierdoor worden deze orders ingepland naar eigen voorkeur. De perceptie van medewerkers is dat zij bezig moet blijven. Als zij bezig zijn dan gaat het goed en is de afdeling efficiënt bezig. De voorman kijkt niet direct naar efficiëntie cijfers of een slimmer werkwijze. Zelf is hij een voorman die graag meewerkt en zich minder bezig houdt met overleg, sturen en verbeteren. Hij kan goed met zijn medewerkers omgaan en heeft aanzien binnen de afdeling.

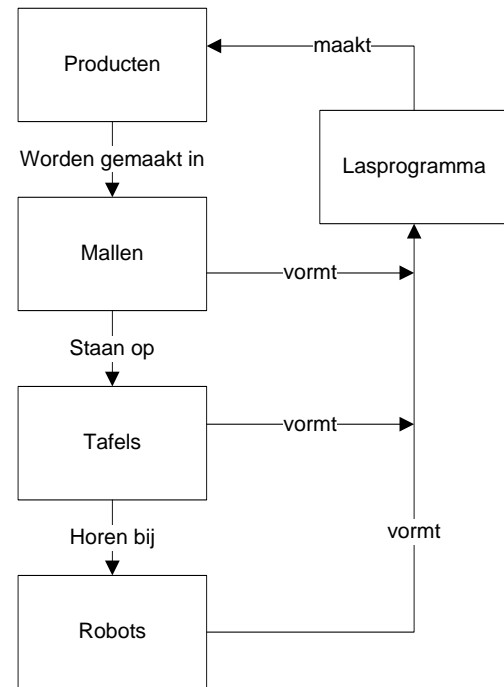
4.5. Middelen

4.5.1. Technisch

Op de lasafdeling zijn verschillende technische middelen aanwezig die nodig zijn om de productieorders te maken. Verschillende producten maken gebruik van dezelfde middelen. Hierdoor is niet direct duidelijk wat de belasting is van deze middelen. De volgende technische middelen zijn op de lasafdeling aanwezig.

- 5 Lasrobots MIG/MAG¹
- 27 lastafels, waaronder 4 dubbele tafels.
- 86 Robot lasmallen
- 38 handlas mallen
- 5 Handlas plekken
- 20 soldeermallen
- 3 soldeerautomaten
- 1 zandstraalmachine
- 1 ruimboor
- 1 Cirkelzaag
- Algemene gereedschappen zoals gatenboor, slijpmachine, vijl etc.

De relatie lasrobot, robotmal en tafel is gecompliceerd (Figuur 4-5.) . Om een product te maken is er een combinatie van deze drie middelen nodig. Die combinatie moet vastgelegd zijn in een lasprogramma op een de specifieke robot. Het lasprogramma is de unieke sleutel tussen de drie middelen en het specifieke product dat gemaakt wordt door deze drie middelen.



Figuur 4-5 Relatie tussen de 3 middelen, het product en het lasprogramma.

Een product bestaat uit onderdelen die worden ingebouwd in een lasmal. De lasmal staat op een tafel bij een specifieke lasrobot. Deze unieke combinatie (product, lasmal, tafel en robot) ligt dus vast in een geprogrammeerd lasprogramma. Soms is het zo dat er in een mal meerdere producten gemaakt worden. Dan is er voor elk product ook een ander lasprogramma geprogrammeerd. Een mal kan op meerdere robots gezet worden. In die mal kan hetzelfde product gemaakt worden, toch zijn hier twee lasprogramma's voor nodig. Dit betekent dat programma's niet uit te wisselen zijn tussen de robots.

Bij solderen hoort een mal maar die kan maar op één soldeerautomaat ingebouwd worden. Een soldeermachine heeft ook maar één tafel. Eén mal kan dus altijd maar op één soldeer automaat.

¹ Er is ook een TIG robot op de afdeling, deze wordt om gebouwd naar een snel wisselsysteem. Dit betekent dat hij zowel TIG als MIG/MAG kan lassen. Momenteel worden er nog geen TIG producten verkocht. Daarom wordt dit niet als beschikbaar middel beschouwd.

4.5.2. Arbeid

Naast de technische middelen zijn er ook de werknemers waarop de productie beslag legt. Dit is een niet technisch middel maar onmisbaar. Een werknemer is 8 uur per dag aanwezig waarvan een half uur doorbetaalde pauze is, effectief levert een werknemers dus 7,5 arbeidscapaciteit. De beschikbare arbeid op een dag wordt gegeven door $7,5 \times$ het aantal medewerkers dat een volledige dag werkt. Op de afdeling werken ook een aantal medewerkers een halve dag of die niet op volledige kracht kunnen werken. Totaal zijn er acht FTE op de afdeling beschikbaar aan arbeidscapaciteit en werken er negen medewerkers.

Naast dat de technische hulpmiddelen een beperking kunnen opleveren voor de productie kan arbeid dit ook zijn. Het las- en soldeerproces op de machines is een automatisch proces. Tijdens dit lassen en solderen hoeven medewerker niets te doen en kunnen zijn andere werkzaamheden uitvoeren zoals het inbouwen van een andere product in een andere lasmal op dezelfde robot.

4.6. Prestatiemeting

De huidige prestatie van de lasafdeling wordt op basis van drie key performance indicators cijfers (KPI) gemeten. Alle KPI cijfers zijn ratios en in procenten.

Overdue: Orders die niet op de desbetreffende dag gereed gemeld zijn komen op de overdue lijst en zijn dus niet op tijd geproduceerd. Dit wordt bijgehouden door het hoofd frameproductie. Overdue kan uit het ERP systeem gehaald worden. (overdue = aantal te laat geleverde producten / totaal aantal producten)

Kwaliteit: Het aantal producten dat afgekeurd wordt op basis van de las op één van de vervolg afdelingen. Hier worden rode bonnen voor aangemaakt. Vervolgens worden deze bonnen verwerkt tot een KPI cijfer. (kwaliteit = aantal foutieve producten / totaal aantal geleverde producten)

Arbeidsuren: Dit wordt gemeten op basis van de directe arbeidsuren. Deze KPI wordt ingevuld door de voorman. Hij geeft hierbij aan hoeveel uur er gewerkt is door de werknemers, hoeveel indirecte uren er zijn, en hoeveel uren er gereed gemeld zijn. Indirect uren zijn bijvoorbeeld transport uren, leiding geven, overleg etc. (bezetting = gereed gemelde uren in het ERP systeem / (direct uren = gewerkte uren – indirecte uren)). Gereed gemelde uren worden berekend door het ERP-systeem op basis van een normtijd voor elk specifiek product.

Uitleg Normtijd

Een normtijd is berekend door een arbeidsdeskundige. Deze neemt een aantal keer de handelingen op die moeten worden uitgevoerd om een product te maken. Aan elke handeling wordt een uitvoeringstijd toegekend. De handelingen worden in twee categorieën gesplitst. Eén categorie zijn alle handelingen die uitgevoerd zijn door mensen, de andere categorie zijn de handelingen uitgevoerd door machines. Voor de menselijke handelingen worden nog enkele toeslagen gerekend zoals persoonlijke verzorging en lichamelijke belasting. De hoogste totale tijd van één van de categorieën wordt als normtijd genomen. De gedachte hierachter is dat terwijl de machine bezig is er een andere handeling door de werknemer kan worden verricht zoals het inbouwen van een andere lasmal. Deze normtijd wordt gebruikt voor de kostprijsberekening.

4.7. Verspillingen

Momenteel worden er een aantal verspillingen in kaart gebracht, het afval op de afdeling zelf, dit zijn foutief gelast producten of onderdelen die niet juist zijn of kapot zijn. Alle onderdelen die worden weggegooid worden in een rode bak gedaan en het einde van de week afgeboekt op de voorraad. Onduidelijk is hoe goed deze meting werkt. Daarnaast is uit de indirecte uren ook een aantal verspillingen te halen zoals transport en overleg deze worden niet bijgehouden maar geschat door de voorman er zijn twijfels over de juistheid van deze cijfers. Andere verspillingen worden niet in kaart gebracht.

De verspillingen worden wel in kaart gebracht maar er word verder niets mee gedaan om te reduceren of te elimineren.

Er is nu een duidelijk overzicht gegeven hoe er op de afdeling gewerkt wordt. Duidelijk is dat veel met uit losse pols gaat en dat er weinig formele procedures zijn. De grote spil in de afdeling is de voorman en zijn eerste medewerker. Daarnaast zijn de middelen complex aan elkaar gerelateerd wat het zicht op de afdeling vertroebelt. Het meten van verspillingen en het beoordelen van de afdeling loopt niet vlekkeloos. In het volgende hoofdstuk zal er een analyse van de afdeling plaatsvinden om te kijken hoe de huidige situatie voldoet.

5. Analyse & Oplossingen

5.1. Bottleneck analyse

Volgens de TOC van Goldratt moet eerste de bottleneck geïdentificeerd worden. In hoofdstuk 4 zijn de middelen aangegeven die een bottleneck kunnen vormen. Doordat de middelen aan elkaar gerelateerd zijn is er niet eenvoudig te zeggen wat de bottleneck is. Hiervoor moet eerst naar de belasting worden gekeken. De belasting wordt bepaald door de vraag. Doordat de belasting afhankelijk is van de vraag wordt eerst de vraag geanalyseerd. Als de vraag geanalyseerd is kan de belasting worden bepaald en dus de bottleneck.

Capaciteit in uren of aantallen ?

*Binnen APZ wordt op twee manieren over capaciteit gesproken. Eén is in **productieaantallen** bijvoorbeeld 40 stuks van product X. De andere manier is in **productieuren**, bijvoorbeeld 2,5 uur product X. Productie-uren worden vooral binnen de afdeling zelf gebruikt en productieaantallen tussen de afdelingen onderling. Dit omdat productieuren voor een product per afdeling verschillen. Twee uur werk op de lasafdeling betekent niet twee uur werk op de lakafdeling. 20 producten X heeft wel een betekenis voor de lakafdeling omdat die afdeling dit kan vertalen naar zijn eigen productie tijd, wat bijvoorbeeld maar 4 uur is. Productie-uren worden in het ERP systeem gelijk gezet aan productieaantallen later zal blijken dat dit niet helemaal juist is voor de lasafdeling.*

5.1.1. Normtijd

Zoals aangegeven in hoofdstuk 4.6 zijn er normtijden per product bekend. Dit wordt door het ERP systeem gebruikt om de uren te berekenen die nodig zijn voor productie. De normtijd is gebaseerd op de tijd die de machine bezig is met lassen. In sommige gevallen kan het zijn dat het in- en uitbouwen van het product langer duurt dan het lassen door de robot, in dit geval wordt de totale tijd van het in- en uitbouwen als normtijd gebruikt.

De normtijd kan niet als indicatie voor de productieaantallen genomen worden. Dit omdat er vaak maar één lasmal beschikbaar is. Dit betekent dat tijdens het in- en uitbouwen van het desbetreffende product er niet op een tweede mal hetzelfde product geproduceerd kan worden. De productieaantallen worden niet bepaald door de normtijd maar door de cyclustijd. De cyclustijd is de tijd van het inbouwen + lassen + uitbouwen, dus niet alleen de tijd van het lassen! Wanneer er twee mallen beschikbaar zijn kan het product wel de aantallen volgens de normtijd halen. Aangetoond zal worden dat er dan zelfs sneller dan de normtijd geproduceerd kan worden. Dit hangt samen met de indeling van andere producten zoals in paragraaf 5.2 naar voren zal komen.

De normtijd geeft dus alleen de belasting van een bepaald middel weer, bijvoorbeeld een mal. De combinatie van producten, het aantal mallen en hun verdeling over de verschillende middelen bepalen vervolgens de productieaantallen.

5.1.2. Vraag analyse

De normtijd in combinatie met de vraag geeft ons een inzicht in de belasting van de diverse middelen. Om de vraag te analyseren is er gebruik gemaakt van twee datasets. Eén van het jaar 2008. In deze dataset zijn niet alle productvarianten aanwezig en is de vraag per week geaggregeerd. Bij dataset 2 is gebruik gemaakt van de vraag van de afgelopen drie maanden in de zomerperiode. Deze bevat wel alle productvarianten en de vraag is per dag bekend. Dataset 1 kan gebruikt worden voor de grote lijn, terwijl dataset 2 specifiek op de dag tot

dagsituaties in kan gaan. Voor de operationele aansturing is dataset 2 interessanter. Een complete verantwoording en analyse is te vinden in bijlage F.

Een aantal cijfers zijn uit dataset 2 gehaald. Het aantal verschillende producten is maximaal 21 producten en minimaal 7. Gemiddeld moet er 11,3 verschillende producten gemaakt worden. Het aantal keer omstellen in de periode is gemiddeld 5,77 keer per dag. Dit betekent dat er gemiddeld 5 producten 1 of meerdere dagen achter elkaar gemaakt worden.

Uit de analyse is gebleken dat dataset 2 niet representatief is voor dataset 1 voor wat betreft de variatie in vraag en productietijd. Dit heeft voornamelijk te maken met de grote seizoensinvloed van schoolmeubilair in de vakantie. Voor de operationele dagbasis kan dus alleen dataset 2 gebruikt worden.

Er zijn verschillende soorten producten en twee soorten orders. Producten kunnen geclassificeerd worden in A, B en C op basis van hun productieaantallen. Productieorders zijn er in grote en kleine aantallen, bij grote aantallen wordt er van piekorders gesproken.

Uit de data blijkt dat de *productmix* varieert van dag tot dag. In de *aantallen* is eveneens een grote variatie. Doordat de vraag maar in beperkte mate op het afvlakkingsoverleg gestuurd kan worden, in verband met het logistiek concept, moet de capaciteit zich dus aanpassen aan deze schommelingen in productmix en vraag. Dit houdt in dat de productiecapaciteit ook schommelt op basis van de productmix en de aantallen van deze mix. Zijn er veel soldeer producten dan is de soldeer automaat een bottleneck, wordt er veel gevraagd van één specifiek product dan zijn er misschien wel te weinig lasprogramma's of lasmallen voor dat product. De productiecapaciteit is dus afhankelijk van de productmix en de productieaantallen van die productmix.

5.1.3. Bottleneck per productieweg

Door het logistiek concept wordt er op dagbasis gewerkt. De operationele productiecapaciteit moet op dagbasis in kaart worden gebracht. Aan het begin van de dag kan bekeken worden of extra medewerkers nodig zijn of er medewerkers kunnen worden uitgeleend aan andere afdelingen. Voor de productieplanning over afdelingen heen is het nodig om van te voren de bottleneck te identificeren zodat bij het afvlakkingsoverleg de gehele productie vloeiend kan worden gepland. Het productietempo, dat normaal door montage bepaald wordt, kan zo eventueel ingesteld worden op de lasafdeling. Dit kan alleen bij hoge uitzondering. De lasafdeling dient zich zo veel mogelijk in te stellen op het tempo van de montage. Bij het afvlakkingsoverleg is het doel alles zo snel mogelijk door de fabriek te loodsen zodat de doorloop tijden kort zijn.

De productieaantallen en dus de werkelijke capaciteit, wordt beperkt door een bottleneck. Doordat er verschillende productiewegen bewandeld worden, kunnen er verschillende bottlenecks optreden. De drie productiewegen die bewandeld worden zijn via de lasrobots, de soldeerautomaten en het handlassen (Figuur 4-4). In de praktijk houdt dit in dat er verschillende bottlenecks kunnen ontstaan voor verschillende producten. De soldeerautomaten kunnen een bottleneck vormen, het aantal beschikbare handlasplekken en een van de middelen om op een robot te lassen zoals een tafel, mal of robot. Daarnaast kan de arbeidscapaciteit ook een bottleneck vormen. Een combinatie van deze bottlenecks is eveneens mogelijk.

Andere machines zoals de boormachine, zandstraler etc. voeren nabewerkingen uit die altijd korter duren als hun voorgaande bewerking. Omdat zij evenveel capaciteit als een mal, robot, tafel soldeerautomaat, of handlas plek hebben kunnen zijn geen bottleneck vormen. Daarnaast hoeven maar heel weinig producten een dergelijk bewerking te ondergaan en uit de praktijk is gebleken dat deze machines dan ook geen bottleneck vormen.

Opsommend kunnen de volgende technische hulpmiddelen een bottleneck vormen.

- 5 Lasrobots MIG/MAG
- 27 Tafels
- 86 Robot lasmallen
- 3 Soldeerautomaten
- 20 Soldeermallen
- 38 Handlas mallen
- 5 handlas plekken

Per productieweg wordt nu bekeken wat de bottleneck kan zijn.

Solderen - De relatie soldeermal, soldeerautomaat is één op één. Dit betekent dat één mal maar specifiek op één soldeerautomaat past. De bottleneck is dus de specifieke soldeerautomaat. Mallen kunnen niet de bottleneck vormen omdat er altijd maar één mal op één machine kan. Elke soldeerautomaat heeft zijn eigen specifieke technische eigenschappen. Producten kunnen alleen op één specifieke soldeerautomaat gemaakt worden. De soldeerautomaten vormen dus een bottleneck als er meer tijd gebruikt wordt dan beschikbaar is. De gebruikte tijd is aantal producten maal zijn cyclustijd. Dit betekent dat de cyclustijd (inbouwtijd + uitbouwtijd + lastijd) van de producten genomen moet worden om de maximale capaciteit te kunnen bepalen. Het productieaantal dat de normtijd aangeeft kan dus niet gehaald worden. Capaciteit is 7,5 uur delen door de cyclustijd.

Handlassen - Eveneens als bij de soldeer automaten wordt altijd maar één mal gebruikt op één handlasplek. De handlasplekken vormen in de praktijk geen technische bottleneck omdat gebleken is uit de vraag analyse dat de bezetting erg laag is. Voor de producten die over deze lijn lopen is dit een theoretische technische bottleneck en wordt daarom in dit onderzoek verder buiten beschouwing gelaten. Wel wordt de arbeidscapaciteit die door de handlasplekken wordt gebruikt meegenomen.

Robotlassen - Bij de complexe relatie tussen robot, tafel en mal zal één van deze drie technische hulpmiddelen als eerste een bottleneck worden, maar er moet rekening worden gehouden met het lasprogramma. Dit programma legt vast of een combinatie überhaupt wel mogelijk is. De lasprogramma's bepalen of een middel wel beschikbaar is. Deze programma's vormen als eerste de bottleneck, zij geven namelijk aan in hoeverre productiemiddelen daadwerkelijk beschikbaar zijn en op welke programma's niet meer mogelijk zijn. Doordat de meeste producten maar 1 of 2 programma's hebben valt er maar weinig te kiezen en kan het zo zijn dat door een keuze een product helemaal niet meer gemaakt kan worden omdat de middelen al opgebruikt zijn bijvoorbeeld die specifieke tafel. De eerste bottleneck is dus het lasprogramma. Deze bottleneck kan niet efficiënter worden gemaakt. Wel kan de capaciteit vergroot worden door meer lasprogramma's te schrijven op verschillende robots. Wanneer aangenomen wordt dat lasprogramma's geen beperking meer vormen doordat

deze op alle robots geprogrammeerd worden is het interessant te kijken naar een ander bottleneck.

Aanname: Lasprogramma's vormen geen beperking. Elke combinatie tafel, mal, robot is mogelijk.

Binnen de tafels, robots en mallen vormt zich nu een nieuwe bottleneck. Doordat elke robot over meerdere tafels beschikt is een robot altijd eerder een bottleneck dan een tafel. Immers als alle tafels samen meer dan 7,5 uur gebruikt wordt dan wordt de robot ook 7,5 uur gebruikt en vormt de robot de bottleneck. De robot wordt dus eerder een bottleneck als een tafel. De tafel valt als potentiële bottleneck af.

Als mogelijke technische bottleneck blijven dan de mal en de totale robotcapaciteit over. Uit analyse van dataset 1 en dataset 2 blijkt dat er altijd voldoende robot capaciteit is geweest en dat dit nog nooit een bottleneck is geweest. In 2005 was de gemiddelde bezetting 52% (Pennings, 2005), in 2008 gemiddeld 33%, maximaal in de week 89% en in de 3 maanden gemiddeld 40% en maximaal 84% op één dag. Gesteld kan worden dat wanneer de totale productie over de robot meer dan 37,5 (5 robots x 7,5 uur per dag = 37,5 uur) normuur is de robot een bottleneck gaat vormen. Hier kan de normtijd gebruikt worden omdat aangenomen is dat de robot altijd blijft draaien. Het altijd laten draaien van een robot is geen moeilijk opgave doordat de in- en uitbouw tijden meestal korter zijn als de lastijden. Wanneer alle tafels gebruikt worden op een robot zal deze robot altijd bezig blijven.

Wanneer wordt een mal een bottleneck? Dit is wanneer de cyclustijd van een product(en) op mal totaal meer dan 7,5 uur vraagt. Hier moet de cyclustijd gebruikt worden omdat niet bekend is of er twee mallen zijn en of hij in een optimale planning draait. Als de bottleneck twee mallen kent gaat de beschikbare tijd naar 15 uur en wanneer er drie zijn naar 22,5 uur.

Afhankelijk van de productlijn kan er een technische bottleneck optreden, zoals hierboven beschreven. De combinatie van de productielijnen kan nog een bottleneck geven namelijk arbeid. Wanneer dit een bottleneck vormt is niet eenduidig te bepalen. Dit heeft te maken met de indeling van de mensen over de verschillende machines en de gevraagde productmix.

Het bovenstaande kan als volgt worden samengevat. Elke productielijn kent zijn technische bottleneck(s):

1. Soldeerautomaten – De automaat, maximaal aantal bepaald door cyclustijd product
2. Handlasplekken – De plekken, maximaal aantal bepaald door cyclustijd product
3. Robots
 - i. Door de mal, maximaal aantal door de cyclustijd product
 - ii. Totale roboturen, maximaal aantal door de totale normtijd van alle producten bij elkaar op geteld.

Al deze drie kunnen ook last krijgen van de bottleneck arbeid. Dit hangt af van de specifieke beschikbaarheid van arbeidscapaciteit, productmix en de dagplanning over de technische hulpmiddelen.

In de volgende paragrafen zal besproken worden hoe deze bottlenecks (soldeerautomaat, lasmal) optimaal kunnen worden benut.

5.2. Benutting bottleneck

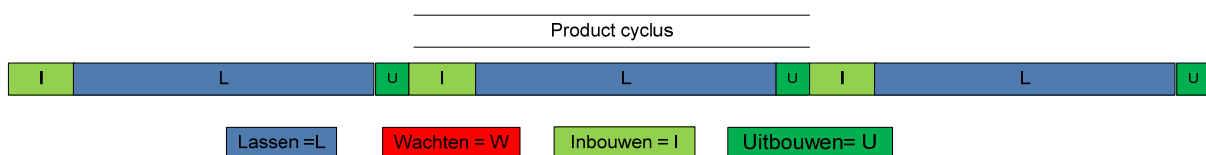
Nu de potentiële bottlenecks geïdentificeerd zijn kan er zodanig gepland worden dat de bottlenecks optimaal benut worden. Doordat er een relatie tussen de technische hulpmiddelen en de arbeidsbottleneck zit moet er een rangorder in de optimalisatie gekozen worden. De keuze is eerst de technische bottleneck optimaal te gebruiken en vervolgens de arbeidsbottleneck. Arbeid is op dagbasis flexibeler dan de technische bottleneck. Arbeid is flexibeler omdat werknemers korter of langer kunnen werken. Ook kunnen werknemers in of uitgeleend worden bij andere afdelingen. Technische bottlenecks kunnen alleen op lange termijn vergroot worden met investeringen door aanschaf van een extra machine of mal.

Omdat het ERP systeem alleen rekening houdt met de normtijden kan hier geen rekening mee worden gehouden op operationele basis. Al aangegeven is dat de in- en uitbouw- tijden ook van belang zijn. Op het afvlakkingsoverleg zijn de maximum aantallen afgesproken die realistisch bepaald zijn met behulp van de cyclustijd. Lang niet elke dag worden de maximum aantallen gevraagd. Vaak zijn er maar een of twee producten die tegen hun maximale vraag aanlopen. Dit noemen we piekproducten. Piekproducten hebben te maken met een technische bottleneck. Doordat optimale productie nooit helemaal gehaald wordt is een product op 80% van zijn capaciteit al een piekproduct. Als de afdeling goed gaat lopen kan dit percentage eventueel opgehoogd worden.

5.2.1. Mal efficiëntie

Zoals aangegeven moet eerst de technische bottleneck geoptimaliseerd worden, dit zijn de piekorders. Bij orders die onder de 80% van maximale aantallen blijven is dit niet nodig. Dit betekent dat de mal altijd nuttig moet worden gebruikt. Nuttig gebruiken betekent inbouwen, uitbouwen of er moet mee gelast worden. Optimaal gebruik van één mal is te zien in Figuur 5-1.

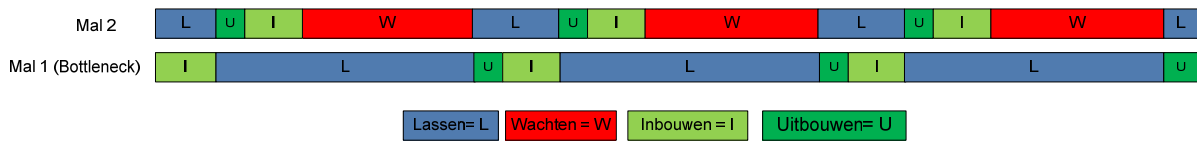
1 mal, 1 robot, 1 werknemer => hoge mal efficiëntie, lage werknemer efficiëntie.



Figuur 5-1 Optimale cyclus voor 1 mal. De mal staat nooit stil. Efficiëntie is (inbouwtijd + uitbouwtijd) / lastijd. Dit is ook de hoogst mogelijke efficiëntie voor één mal.

Deze optimale cyclus legt beslag op één werknemer. De efficiëntie van de werknemer is echter laag. Alle blauwe stukken in Figuur 5-1 zal de werknemer moeten wachten. Dit is de prijs die betaald moet worden om een mal optimaal te benutten en de maximale capaciteit uit de technische bottleneck te halen. Wel kan gekeken worden of er suboptimalisatie kan plaats vinden bij de werknemer. Dit kan door er een product tegen over te draaien die een kortere lascyclus heeft dan de in- en uitbouwtijd dan het product op de mal en vice versa. In Figuur 5-2 is dit visueel gemaakt.

1 mal, 1 robot, 1 werknemer => hoge mal efficiëntie, hoge werknemer efficiëntie.

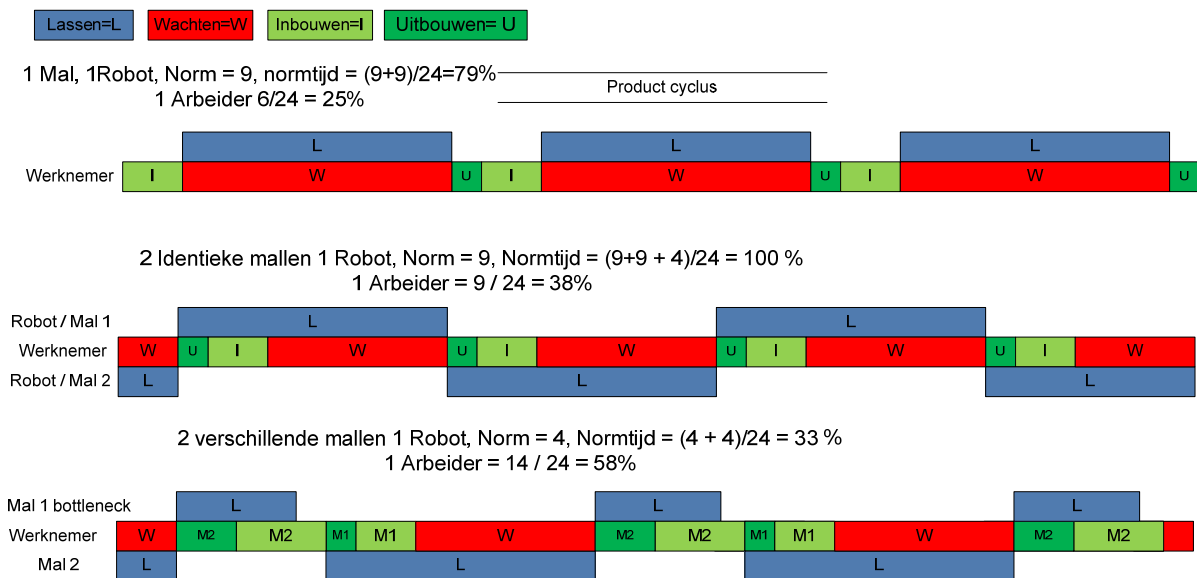


Figuur 5-2 Optimale cyclus plus optimalisatie arbeidscapaciteit. Efficiëntie op arbeid is hoger doordat er minder tijd aan wachten wordt besteedt (vergelijk rood uit 5-2 met blauw uit 5-1)

Daarnaast zijn er situaties waarbij een piekproduct twee mallen tot zijn beschikking heeft. De situatie geschetst in Figuur 5-2 moet dan gekopieerd worden naar een andere beschikbare robot. Er wordt dan beslag gelegd op twee robots.

Niet wenselijke situaties

Wat absoluut niet is toegestaan is twee dezelfde mallen naast elkaar op dezelfde robot te draaien. Ook één extra mal draaien in combinatie met het piekproduct waarbij in- uitbouw langer zijn dan de lastcyclus van het piekproduct, is niet toegestaan. In Figuur 5-3 is dit gevisualiseerd. Zo is te zien dat de mal efficiëntie maar met 21% verhoogd wordt wanneer twee mallen worden gebruikt op 1 robot terwijl als er op twee robots gedraaid wordt deze efficiëntie op 158% (2 x 79%) kan liggen. Wanneer er een product tegen over wordt gedraaid die een langere lastijd en in- uitbouwtijd heeft daalt de efficiëntie onder de 50%. Dit is niet gewenst voor piekproducten



Figuur 5-3 Situaties die niet wenselijk zijn. Nooit 2 dezelfde mallen op 1 robot draaien, een product tegen het piekproduct draaien waarvan de lastijden langer zijn dan inbouw tijden.

Besproken is nu een manier om de technische bottleneck te optimaliseren. Het is lang niet zo dat er altijd een technische bottleneck is of dat alle producten een technische bottleneck ondervinden. Voor deze situaties en producten moet de maximale output per medewerker gegenereerd worden. Wanneer de arbeidefficiëntie geoptimaliseerd dient te worden is het zaak werknemers continue bezig te houden.

5.2.2. Arbeidsefficiëntie

Op de handlas lijn kan aan de arbeidsefficiëntie weinig geoptimaliseerd worden doordat alles met de hand gedaan moet worden. Zowel bij het in- uitbouwen als bij het lassen, is persoon altijd bezig met het produceren. Het opdelen van deze taken over meerdere werknemers, bijvoorbeeld één werknemer die inbouwt en een werknemer die last, is niet praktisch. Dit omdat een lasser niet continue kan lassen en men elkaar dan in de weg zou lopen bij het uitvoeren van deze handelingen. De winst die hier gehaald kan worden is nihil.

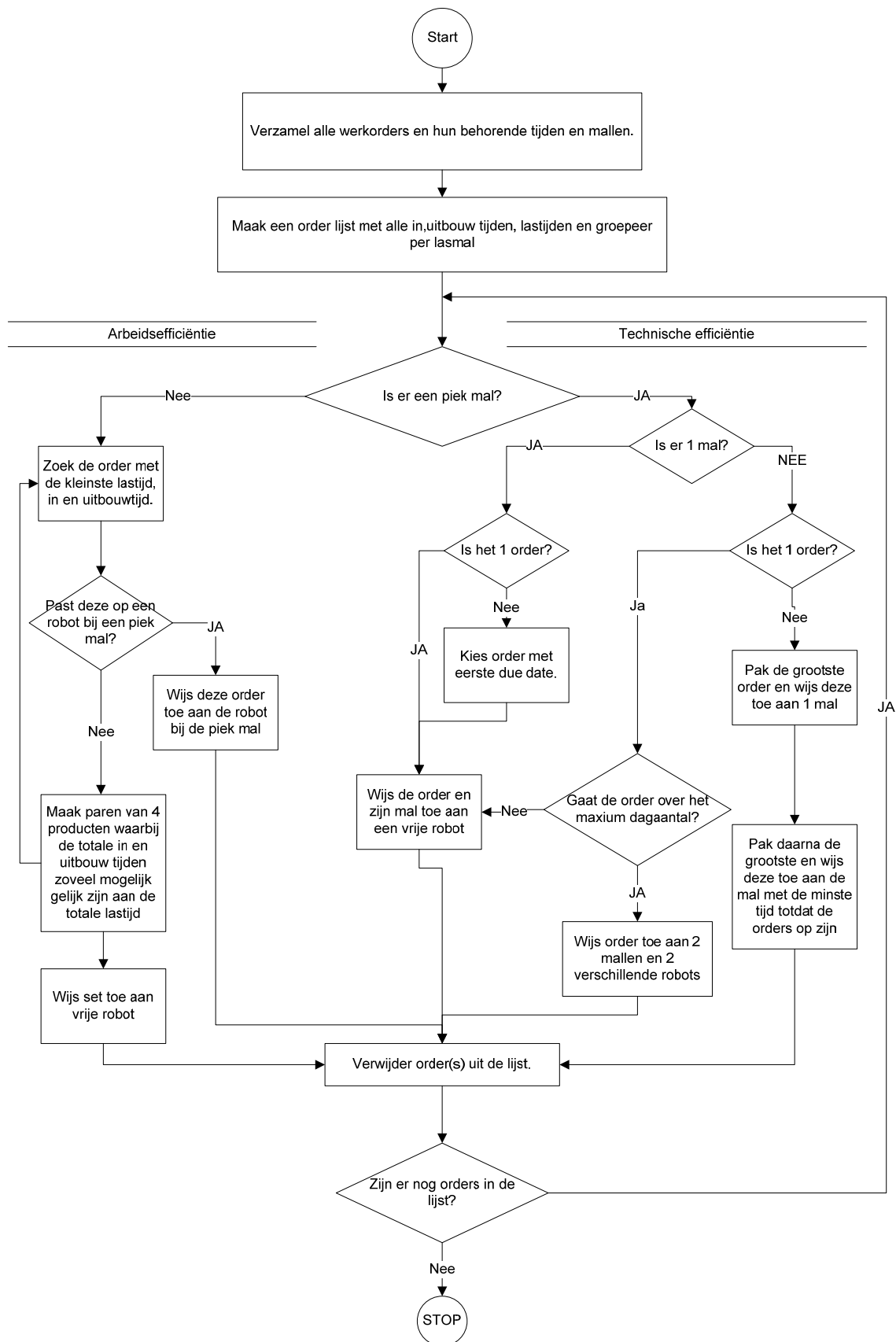
Bij de soldeerautomaten kan tijdens het solderen, wat door de machine gedaan wordt, de medewerker andere activiteiten uitvoeren. Uit analyse van de normtijden meting blijkt dat het voorbereiden voor het inbouwen, het pakken van producten en insmeren met vloeimiddel zo lang duurt dat de wachttijd te klein is om andere handelingen te verrichten. Er zouden dan teveel verspillingen optreden in het omschakelen van de verschillende handelingen. Er kunnen niet meer handelingen gecombineerd kunnen worden. Uit observatie blijkt dat soms de menshandelingen langer duren dan het solderen, dit levert dus een verstoring op. Onderzocht wordt nu of het smeren van vloeimiddel kan worden weggenomen doormiddel van soldeerringen waarin vloeimiddel reeds in de ringen is verwerkt zodat er niet meer apart gesmeerd hoeft te worden.

Bij de robotlijn is wel degelijk een optimalisatieslag in de arbeidsefficiëntie mogelijk. Wanneer de arbeidsefficiëntie zo hoog mogelijk moet zijn is het belangrijk de werknemer altijd bezig te houden met de activiteiten inbouwen of uitbouwen. Doordat werknemers niet uitwisselbaar zijn tussen robots omdat de fysiek afstand groot is (ongeveer 20 meter) wordt de optimalisatie gezocht bij de indeling van één robot. De continue verplaatsing van werknemers tussen robots zou een te grote verspilling zijn.

De arbeidsefficiëntie kan vergroot worden door de wachttijd van mens zo klein mogelijk te maken. Met de wachttijd wordt bedoeld de tijd die een persoon moet wachten op de machine. De wachttijd kan beperkt worden door een combinatie van producten samen te stellen waarbij de som van totale inbouw/uitbouw tijd gelijk is aan de som van de totale lastijd. Dit zal niet altijd mogelijk zijn maar door het maximaal aantal producten per robot samen te nemen wordt de variatie het kleinst en ontstaat er het meeste ruimte om defecten (zoals een slechte las, fout onderdeel) op te vangen zonder dat de productie daadwerkelijk gestoord wordt. (de robot blijft doorgaan)

Werknemers kunnen zo 'rondjes' lopen om de robots. De robot last achter de werknemer aan. Het voordeel is dat de werknemers voor gaan lopen op de robot (de meeste in en uitbouwen tijden van producten zijn korter), wat inhoudt dat er meer tijd is om problemen op te lossen zoals foute onderdelen, laten vallen van onderdelen, nabewerken etc. Doordat de aantallen verschillen kan het zo zijn dat een product na 10 rondes al klaar is, terwijl het andere product nog 10 rondes moet. De ronde kan dan naar 3 producten worden ingekort of het product kan worden vervangen door een andere product wat nog geproduceerd moet worden. In het ideale geval zou de planning kunnen worden afgevlakt op $7,5/4 \approx 1,8$ uur productie uren per mal, wanneer er dan vier producten van 1,8 productie uren op één robot staan kan er één werknemer één dag bezig zijn met één robot om vier producten te produceren wat resulteert in geregistreerde output van 7,2 uur. Dit zou kunnen resulteren in een productie van $5 \times 7,2$ robotuur productie = 36 uur per dag. Momenteel wordt ongeveer 17 uur gehaald.

Hieronder volgt een heuristiek die helpt bij het maken van een planning.



Figuur 5-4 Heuristiek voor het plannen van de dagproductie.

5.3. Aanpassing rest productie

De rest van de productie moet nu rondom de bottleneck gepland worden. Doordat er op de lasafdeling niet veel handeling zijn kunnen die ook niet gepland worden. Wel kunnen er voorbereidingen worden getroffen zoals voldoende voorraad. Duidelijk is dat niets het productieproces op die mal mag onderbreken. De volgende verstoring moeten worden voorkomen.

1. Onvoldoende onderdelen, er moet voldoende voorraad zijn en de onderdelen moeten tijdig bij de productielocatie (robot) geleverd worden.
2. Defecten moeten door een andere medewerker worden opgelost.
3. De robot moet niet voor andere producten gebruikt worden die de productie verstoren.
4. Geen andere activiteiten op robot ondernemen zoals het programmeren van nieuwe programma's of onderhoud.

5.4. Prestatiemeting

Er worden momenteel drie KPI cijfers gemeten waarvan er twee voldoen aan het SMART² principe. Dit zijn de KPI cijfers achterstand en kwaliteit. De arbeidsefficiëntie (ook wel bezettingsgraad genoemd binnen APZ) wordt niet volgens SMART gemeten.

De bezetting is niet goed meetbaar doordat de indirecte uren (verspillingen) worden geschat. Deze schattingen zijn niet betrouwbaar. Voor de post 'leidinggeven' wordt bijvoorbeeld zeven uur ingevuld en ook zeven uur voor transport terwijl dit beide door de voorman zelf gedaan wordt, als dit klopt werkt hij meer dan 14 uur per dag! De KPI is subjectief en wordt bijgehouden door de persoon die er op afgerekend wordt. Daarnaast is deze KPI niet realistisch doordat niet de werkelijk gewerkte uren worden gebruikt. Standaard wordt er maar 7 uur op een dag gewerkt volgens de KPI meting. Dit doet de voorman omdat hij vindt dat zijn mensen minimaal een uur per dag bezig zijn met het omstellen van mallen. Uit cijfers van dataset 2 blijkt dat dit gemiddeld maar 6 keer per dag voorkomt. Dit komt totaal neer op ongeveer 1,5 tot 2 uur en geen totaal van 8 uur, 8 werknemers x 1 uur.

De huidige KPI meting is onvoldoende om de prestatie van de afdeling te meten. De arbeidsefficiëntie moet beter gemeten worden en de inzet van de technische middelen moeten bijgehouden worden wanneer er sprake is van een bottleneck. Door bij te houden hoe efficiënt de bottlenecks gebruikt worden kunnen er verspillingen worden aangetoond en gereduceerd. Er kan tijdig gestuurd worden en gepoogd worden piekorders als nog te halen en de verliezen zo klein mogelijk te houden.

² SMART, staat voor specifiek, meetbaar, acceptabel of aanwijsbaar, realistisch, tijdsgebonden. Smart zorgt voor goede meetbare doelen, dit is tevens zijn zwakte niet alle doelen zijn even goed meetbaar zoals veiligheid.

KPI meting op de bottlenecks, kan door middel van een OEE meting. Deze OEE meting toont aan in welke gebied (kwaliteit, beschikbaarheid, prestatie) de grootste verspillingen liggen. Wat die precieze verspillingen zijn moet onderzoek vervolgens uitwijzen. De OEE meting moet geautomatiseerd worden om de meting betrouwbaar en nauwkeurig te maken. Het gaat in de prestatie verbetering om vele korte wachtmomenten die opgeteld een grote som vormen. Wanneer dit handmatig door het personeel zelf gedaan moet worden zal dit een onvolledig beeld opleveren, doordat de korte momenten niet geregistreerd worden.

OEE meting

Een OEE meting staat voor Overall Equipment Effectiveness. Dit is een standaard instrument in het Lean Concept die als KPI kan worden gebruikt. Het geeft aan hoe effectief een machine wordt gebruikt en waar de grootste verliezen liggen.

OEE = Beschikbaarheid x Prestatie x Kwaliteit = OEE ratio

Beschikbaarheid

Beschikbaarheid is de productie geplande tijd / werkelijk productietijd

Prestatie

De theoretisch output / werkelijke output

Kwaliteit

De output / goede producten

Vooraf moet duidelijk gedefinieerd worden wat onder prestatie, beschikbaarheid en kwaliteit valt.

Voor een goede bezettings KPI moeten er andere cijfers gemeten worden namelijk de benodigde arbeidsuren om de productie te halen in de ideale situatie. Dit betekent dat het aantal gereed gemelde product vermenigvuldigd moet worden met hun in en uit bouw tijd (**niet de cyclustijd**). Dit is de benodigde arbeidscapaciteit omdat dit de handelingen zijn die uitgevoerd moeten worden door de werknemers. Het aantal uur dat gewerkt is moet vervolgens bepaald worden uit het urenregistratiesysteem. Hier moet wel een correctie vanaf voor de pauzes en de uitgeleende medewerkers een bijtelling moeten worden gedaan voor ingeleend personeel.

Als het KPI cijfer gemeten volgens bovengenoemde methode zullen de verspillingen later één voor één in kaart kunnen worden gebracht. Een verspilling is bijvoorbeeld het niet optimaal plannen van de productie. Wanneer dit verbetert zal dit terug te zien zijn in output van de productie en dus de KPI. Van de voorman wordt verwacht dat hij aan het begin van de dag inschat of er medewerkers uitgeleend kunnen worden en dus zo zijn KPI cijfer stuurt. Hier komt de operationele planning weer om de hoek kijken omdat hij uit die planning kan gaan beoordelen hoeveel medewerkers hij voor die dag nodig heeft.

Prestatiemeting moet op dagbasis bijgehouden worden en vervolgens geaggregeerd. Op deze manier kan er beter inzicht in de verspillingen komen. De verspillingen moeten ook worden aangegeven in de KPI cijfers. KPI cijfers dienen niet alleen als graadmeter en sturingsmiddel maar ook als communicatiemiddel naar de afdeling. Werknemers kunnen zien dat hard werken terug te zien is in de KPI cijfer en dat kan motiverend werken.

5.5. Verspillingen

Om verspillingen in de malefficiëntie en arbeidsefficiëntie in kaart te brengen is een week lang gemeten bij elke lasrobot. De werknemers moesten invullen wat zij deden als er iets anders gedaan werd als produceren. Het meetformulier en de resultaten zijn te vinden in bijlage G en H.

De meting is niet door iedereen even precies ingevuld maar heeft toch aangetoond wat de twee grootste verspillingen zijn geweest. Dit zijn laspunten verleggen en reparatielassen. Na wat onderzoek blijkt dit twee oorzaken te hebben. Onderdelen zijn niet goed (niet de juiste maat, roest, bramen) of lasmatten zijn niet goed ingesteld.

Beide oorzaken hebben te maken met de proces binnen APZ. Eenduidige oplossingen zijn niet eenvoudig aan te dragen. Gedegen nader onderzoek is nodig om deze verspillingen tegen te gaan. Belangrijk is dat, zeker voor piekproducten, medewerkers bij een verkeerd product doorgaan met produceren en het proces niet laten verstoren door een fout product.

Daarnaast is duidelijk te zien dat de werkplek niet georganiseerd is. Werknemers verliezen tijd met het zoeken van gereedschappen, het ophalen en uitzoeken van orders, het maken van onnodige bewegingen doordat de werkplek niet optimaal ingericht is. De Lean hulpmiddelen 5S en werkplek analyse zouden hier zeker toegepast kunnen worden om een nette en overzichtelijke werkplek te krijgen.

Het meerdere keren halen van koffie tussen de pauzes door en het maken van een praatje met elkaar zijn ook verspillingen. Of het wenselijk is deze laatste verspillingen te elimineren moeten worden beoordeeld door het management.

De huidige situatie is geanalyseerd en oplossingen zijn aangedragen. Afhankelijk van de productielijn kan een technische bottleneck optreden. Er kan ook een arbeidscapaciteitsprobleem ontstaan. Aangegeven is hoe het maximale uit de technische bottlenecks te halen valt en hoe de arbeidscapaciteit optimaal benut kan worden, dit kan door robots slim in te delen. Essentieel is dat er meer flexibiliteit wordt gecreëerd door meer lasprogramma's te gaan schrijven op de verschillende robots. Aangegeven is hoe de prestatie van de afdeling gemeten moet worden en een kleine meting heeft aangegeven waar de grootste verspillingen liggen. In het volgende hoofdstuk zal meer aandacht worden geschonken aan de praktische implementatie.

6. Implementatie

6.1. Administratief

Normtijden zijn bekend maar geven niet de werkelijke productieuren en productieaantallen weer. Wil APZ dit toch goed in kaart gebracht hebben dan moet de in- uitbouw tijd per product in de administratie worden opgenomen. Elke specifiek product moet gemeten worden, er kan niet van worden uitgaan dat generieke producten allemaal dezelfde normtijd hebben omdat bijvoorbeeld grote tafels meer tijd kosten om te verplaatsen dan kleine tafels.

Vervolgens kan er uit deze lijst een overzicht gemaakt worden van de maximale productieaantallen per product, gegroepeerd per mal en het aantallen mallen. In het afvlakkingsoverleg kan goed afgevlakt worden. Meteen kan gezien worden wanneer een product in een piekstatus verkeert. Op de afdeling wordt met Excel gewerkt om een overzicht van de dagproductie te verkrijgen. Met een macro kan hier het maximale aantal per product bij worden ingeladen zodat dit in het totale overzicht meteen duidelijk is.

Het is verstandig om de productiegegevens van de afdeling te bewaren. Hiervoor dient een database aangemaakt te worden die automatisch de orders bewaart. Dit kan dan als analyse materiaal dienen voor eventueel verder onderzoek. Programmatuur moet hiervoor geschreven worden.

Werkwijze, geleerde lessen, weetjes dienen te worden vastgelegd in vaste documenten en Standaard Operationele Procedures (SOP). Dit is belangrijk om eventuele uitzendkrachten en nieuwe medewerkers gemakkelijk in te werken.

6.2. Lasprogramma's

Als voorwaarde is gesteld dat er een grotere uitwisselbaarheid moet komen van mallen op verschillende robots door nieuwe lasprogramma's te programmeren. Dit moet geleidelijk gaan gedreven door voor uit te kijken in de planning en de behoefte te bepalen. De planning zal aangeven waar de nieuwe programma's nodig zijn. Dit zal soms ten koste gaan van de productie maar zal zich snel gaan lonen. Door de KPI's zo snel mogelijk bij te gaan houden kan het effect direct worden gemeten. Piek producten moeten eerst op zoveel mogelijk robots geprogrammeerd worden vervolgens moet die worden uitgebreid naar andere producten.

6.3. Planning

Om de planning te implementeren kan de flowchart groot worden uitgeprint om de voorman te herinneren aan de methodiek. Daarnaast moet gekeken worden naar een manier om de heuristiek om te zetten naar een computer programma. De heuristiek bevat een aantal algemene stappen maar de kleiner optimalisatie stappen zijn toch moeilijker zo uit het hoofd uit te voeren. Een spreadsheet of rekenprogramma kan hierbij helpen.

6.4. Personeel

Personeel is het belangrijkste. Het theoretisch idee kan nog zo goed zijn, als het personeel het niet ziet zitten gaat het niet gebeuren. Eerst moet het personeel bewust worden gemaakt van het belang. Nieuwe werkwijzen kunnen ergernissen bij werknemers wegnemen. Nieuwe metingen zorgen voor een eerlijker en objectiever beoordeling en een eerlijkere waardering. Deze voordelen moet bekend gemaakt worden aan hun. Dit kan gedaan worden in een centrale bijeenkomst waar het niet alleen verteld wordt wat er moet gebeuren maar ook het te behalen voordeel duidelijk naar voren moet worden gebracht. Het laten zien kan door middel van een simulatie of een spel. Omdat het denkniveau van de werknemers laag is zal bij alleen een theoretische uitleg het kwartje niet vallen. Het idee zal worden afgedaan als de zoveelste verandering die het niet gaat halen.

Belangrijk is dat medewerkers het zelf gaan inzien en dat het niet van bovenaf wordt opgelegd. Van bovenaf kan men wel de richting geven, opzetten geven en ideeën aandragen. Actieve begeleiding en ondersteuning is nodig.

Doordat er op de afdeling veel medewerkers werken die al jarenlang bij Ahrend werken zullen zij hun methodes niet snel afleren en opgeven. *“Ze overleven dit initiatief ook wel”*, belangrijk van de uitvoerder is hier dan ook volharding.

6.5. Prestatiemeting

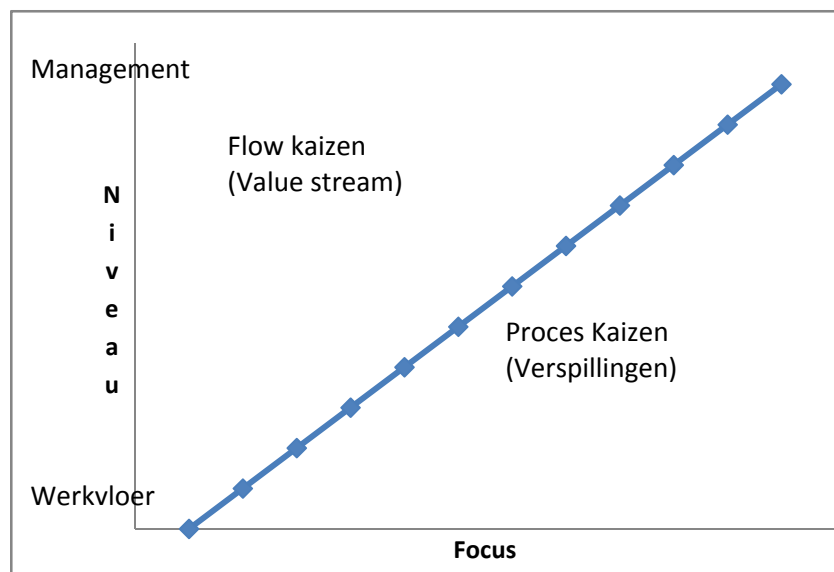
KPI cijfers kunnen geïmplementeerd worden door de uren uit het eerder voorgestelde in en uitbouw tijden bestand te nemen. De gewerkte uren kunnen uit het gewerkte uren registratie systeem gehaald worden, dit is een automatisch klok systeem.

Wanneer de KPI informatie verzameld is moet iemand deze informatie verwerken. Om de cijfers te communiceren moeten deze cijfers ook duidelijk grafisch worden weergegeven. Daarnaast moet deze cijfers op reguliere basis gecommuniceerd worden met de werknemer. Alleen hierdoor worden ook de werknemers bewust van hun prestatie en zien zijn hun resultaten terug.

Een duidelijk communicatiebord moet geïntroduceerd worden waar medewerker niet om heen kunnen. Medewerkers zullen zelf namelijk niet actief opzoek gaan naar informatie, ze moeten er niet omheen kunnen. Het bord moeten worden opgehangen en ingedeeld. Een werknemer zal worden aangewezen als verantwoordelijke voor het bord zodat actuele cijfers bekend zijn en het bord up to date is.

6.6. Aanpak verspillingen

Wanneer de KPI cijfers gemeten worden kan geconstateerd worden waar de grootste verliezen liggen. Onderzocht moet worden waar de verspillingen specifiek uit bestaan en wat de oorzaken zijn. Uit de verspillingen moet een verspilling worden gekozen die de meeste winst oplevert tegen de minste investering (tijd/geld). Wanneer er een keuze is gemaakt moet er een Kaizen team opgesteld worden. Dit zijn voornamelijk proces Kaizen teams en bestaan voornamelijk uit medewerkers van de werkvloer. Dit team moet vooraf een duidelijke SMART beschrijving krijgen. Dit voorkomt dat een plan half wordt uitgevoerd en in de prullenmand eindigt.



grafiek 1 Schematische weergave van kaizen projecten en het niveau binnen de organisatie

Kort is beschreven om van theoretisch onderzoek naar de praktijk te vertalen. Duidelijk is dat administratieve verbetering de beginstappen zijn in het verbeterproces. Om de afdeling ook daadwerkelijk anders te laten werken zal de medewerking van de werknemers nodig zijn. Medewerking kan verkregen worden door aan hun de voordelen te laten zien. Dit kan door middel van een spel of simulatie. Communicatie vormt hier de sleutel. De KPI meting moet zo snel mogelijk opgezet worden om te monitoren wat de huidige prestatie is en hoe die verandert gedurende de implementatie van de nieuwe planningsmethode. Doordat de KPI cijfers constant worden bijgehouden levert deze altijd weer inzicht in nieuwe verspillingen en kan de afdeling continue verbeterd worden.

7. Conclusie

7.1. Conclusie

Het onderzoek heeft de blackbox inzichtelijk gemaakt. Er zijn drie productielijnen waarover een product kan lopen, lasrobots, soldeerautomaten en handlassen. De bottlenecks bij de soldeerlijn zijn dat de specifieke soldeerautomaten en bij de lasrobots zijn dat lasmallen.

De normtijd is geen goede indicatie voor de productieaantallen op de soldeer en handlas lijn. Om de juiste productieaantallen te halen is de cyclustijd van het product nodig. Bij de robot lijn kan de normtijd als indicatie dienen voor de totale robot capaciteit maar niet voor de specifieke productieaantallen. Deze aantallen zijn afhankelijk van de planning voor die dag.

Binnen de lasafdeling wordt onderscheid gemaakt in piekorders, dat is wanneer een bezetting van de potentiële technische bottleneck +80% is. Wanneer er sprake is van een piekorder moet de planning zich eerste focussen op de technische bottleneck en vervolgens op de arbeidsefficiëntie. Hiervoor is gekozen omdat arbeid op dagbasis gereguleerd kan worden, technische middelen niet. Zijn er geen piekorders (meer) dan moet volgens de voorgeschreven methodiek gepland worden om de arbeidefficiëntie zo hoog mogelijk te krijgen. Voorwaarde voor een optimale dagplanning is dat er geïnvesteerd wordt in het programmeren van nieuwe lasprogramma's.

De maximum aantallen kunnen verhoogd worden door het uitbreiden van de technische bottlenecks. Dit is een afweging die gemaakt moet worden met oog op een snellere doorloop tijd van een order in combinatie met de verwachte vraag van een product. Gebruik kan worden gemaakt van de voorgestelde A,B,C classificatie.

In de toekomst kan dit verder worden doorgetrokken naar de metaal, lak, en zelfs de montage afdeling. De bottlenecks moeten dan over de afdeling geïdentificeerd worden en zo kunnen de verschillende afdelingen beter op elkaar afgestemd worden.

Twee van de huidige KPI cijfers, overdue en kwaliteit zijn goede KPI metingen. De bezettings KPI is niet goed. Deze moet objectiever gemeten worden en op basis van echte productie uren. Naast de bestaande KPI cijfers moet een OEE meting plaatsvinden op de technische bottlenecks om zo problemen te kunnen constateren. KPI cijfers moet op dagbasis worden bijgehouden en gecommuniceerd worden naar het personeel zelf om zo hun prestatie terug te koppelen.

Verspillingen zijn momenteel te vinden in het aanpassen van lasprogrammas en het reparatie lassen. De oorzaken duiden op kwaliteit van de onderdelen en in de instelling van de lasmal. Oplossing voor deze oorzaken zijn niet eenvoudig te vinden.

Er ligt een opzet klaar voor de implementatie van theorie in de praktijk. Belangrijk is dat de medewerkers het belang gaan inzien en dat er duidelijke SMART doelstelling worden geformuleerd.

Onduidelijk is hoeveel verbetering in prestatie de implementatie zal gaan opleveren, doordat er nog niet goed gemeten is kan dit niet worden gekwantificeerd. Wel is duidelijk dat de investering laag is en de potentiële winst groot.

7.2.Vervolgonderzoek

Dit onderzoek is gefocust op de operationele planning. Dit is een aspect van de afdeling wat nu duidelijk is geworden. Gekeken kan worden naar andere aspecten. Deze zijn hieronder opgesomd:

- Het human resource aspect. Werknemers zijn lang in dienst en hun mentaliteit is dat ze niet ontslagen kunnen worden. Even pauze nemen is dan ook geen probleem en werknemers zijn niet geïnteresseerd in proces verbeteringen. Onderzoek kan gedaan worden in het motiveren van personeel. Gemotiveerde mensen ondernemen zelf eerder verbeterstappen en de productie zal worden verhoogd.
- De voorraad van het metaalmagazijn wordt momenteel ERP aangestuurd en gaat er vanuit dat metaal in grote batches produceert. De lasafdeling haalt ook grote aantallen producten tegelijk uit het magazijn. Onderzoek kan gedaan worden welke onderdelen mee kunnen in de productietrein. Doordat bekend is wat de maximale aantallen zijn op de lasafdeling kan dit door worden getrokken naar de grote van de batchsizes in de metaalafdeling. Hier ligt waarschijnlijk nog een grote besparing.
- Onderzoek naar de technische productiviteit, er zijn goede LP modellen die bijvoorbeeld de kortste weg berekenen van robot armen, hierdoor kunnen lasprogramma's sneller gemaakt worden. Een ander manier van solderen kan misschien tijdswinst opleveren.
- De gemeten verspillingen zijn laspunten verleggen en reparatie lassen. Dit heeft te maken met onjuiste lasmallen of onjuiste onderdelen. Onderzoek kan gedaan worden om deze te zorgen dat deze fouten niet voor komen. Hoe kunnen mallen Poke Yoke worden gemaakt? Zo kan er niet meer fout worden ingebouwd, passen onjuist onderdelen niet en hoeven er dus geen punten meer worden verlegd en hoeft er bijna niets gerepareerd te worden. Leg de focus op procesbeheersing, six sigma is misschien een goede methode.
- Veel problemen bij producten zijn groter dan de lasafdeling. Gemerkt is dat het "over de muur principe" nog steeds bestaat. Met name tussen de ondersteunde en producerende afdelingen. De ontwerpafdeling vraagt de lasafdeling alleen of het gemaakt kan worden, niet hoe moeilijk dat is en wat voor moeilijkheden er kunnen ontstaan. De technische dienst wil de kosten van de mal zo laag mogelijk houden terwijl een duurdere mal misschien wel veel productie fouten gaat voorkomen. Onderzoek moet gedaan worden hoe dit proces beter te begeleiden en in te richten is, zodat de totale winst het grootst is en niet voor elke afdeling apart geoptimaliseerd hoeft te worden.
- Er is geen inzicht in de financiële cijfers, maar het vermoeden rijst dat een deel van de producten nooit geld zal opleveren. Deze producten worden weinig gevraagd terwijl er wel veel investeringen voor gedaan zijn. Specifiek mallen zijn gemaakt, productielijnen zijn opgezet, voorraad is aangemaakt. Deze moet snel gesaneerd worden. Zo kan er meer focus worden gelegd op de producten die wel belangrijk zijn. De productmix moet dus onderzocht worden.
- In de toekomst kan de TOC theorie verder worden doorgetrokken naar de metaal, lak, en zelfs de montage afdeling. De bottlenecks moeten dan over de afdeling geïdentificeerd worden en zo kunnen de verschillende afdelingen beter op elkaar afgestemd worden.

8. Evaluatie

8.1.Onderzoek

Het onderzoek is in korte tijd uitgevoerd daardoor ontbreekt een goede kwantitatieve analyse van de resultaten. Om de kwantitatief data te verzamelen is meer tijd nodig. Dan kan beter gerapporteerd worden hoeveel verbetering de voorstellen opleveren.

Toch is volgens het hoofd frameproductie zijn blackbox een stuk inzichtelijker geworden. Voor het bedrijf is de opdracht geslaagd, in dat opzicht is het een succesvol onderzoek.

De resultaten van het onderzoek kunnen gemakkelijk gemeten worden met de KPI cijfers. Na een maand moet gekeken worden wat de vorderingen zijn met betrekking tot de implementatie. Na deze maand moeten de KPI cijfers ook meetbaar zijn, de data verzameld en de medewerkers zijn ingelicht.

Vervolgens volgt een maand van inventarisatie van de meetgegevens en kan geanalyseerd worden of verspillingen worden aangetoond. Worden verspillingen aangetoond dan is het onderzoek op dit gebied succesvol is geweest. In de tweede maand moeten de Kaizen teams geformeerd worden. Na twee maanden moet dus een gehele evaluatie van het project plaatsvinden en geleerd worden voor een volgend onderzoek. Hier kan een buitenstaander goed bij gebruikt worden.

8.2.Persoonlijk

Mijn persoonlijke visie is dat ik moeite had om dingen die ik heb gezien concreet om te zetten naar resultaten in de praktijk. Vaak ben ik te diep op een probleem ingegaan en ben ik teveel gefocust geweest op bepaalde oplossingsrichtingen. Het werken met onvolledige data heeft mij gefrustreerd omdat ik altijd het idee kreeg dat ik het probleem dan niet volledig en juist zou kunnen oplossen. Dit heb ik op een gegeven moment los moeten laten en ik besefte mij dat daar niet de winst voor de afdeling in zat.

Het werken als onderzoeker is mij niet slecht en niet goed bevallen. Het is leuk om te kijken waar het allemaal beter kan maar ik wil dit dan toch ook graag gaan uitvoeren. Het alleen analyseren geeft mij niet voldoening in mijn werk. Daardoor ben ik te veel praktisch bezig geweest en wilde een bruikbare oplossing presenteren die minder wetenschappelijk onderbouwd was. Eigenlijk is dit verkeerd om, eerste wetenschappelijk en dan de praktische uitvoering.

Wel heb ik veel geleerd over het Lean concept en het heeft mij erg aan gesproken. Ik heb veel heb geleerd over hoe het er in een bedrijf aan toe gaat. Het doel van een bacheloropdracht is bereikt.

Mijn verslaggevingvaardigheid zijn redelijk. Met de structuur en opmaak heb ik geen probleem maar spelling en grammatica kan een stuk beter. De tijdsplanning kon in dit project beter. Doeltreffend formuleren is ook een verbeterpunt.

Al met al ben ik een stuk wijzer geworden en heb een mooi en goede leerervaring opgedaan, ik ben tevreden met het eindresultaat al kan het altijd beter!

Bijlagen

Bijlage A: Indexen

Bijlagen

Bijlage A	: Indexen	Bijlage F	: Vraag analyse
Bijlage B	: Begrippenlijst	Bijlage G	: Meetformulier
Bijlage C	: Literatuurlijst	Bijlage H	: Resultaten metingen
Bijlage D	: Logistiek Concept	Bijlage I	: Implementatie Checklist
Bijlage E	: Product opbouw		

Figuren

Figuur 1-1 Organogram Koninklijke Ahrend, het onderzoek is uitgevoerd in de productielocatie Zwanenburg. ...	6
Figuur 1-2 A452 schooltafel en stoel	7
Figuur 1-3 Organisatie van APZ en een overkoepelend deel van de divisie.	8
Figuur 2-1 Probleem kluwen, er zijn 5 hoofdoorzaken aangegeven. (groene rechthoeken)	10
Figuur 3-1 TOC kan je vergelijken met marcherende soldaten waarbij de slag van de drum het tempo bepaald. Het touw kan strak of los gespannen zijn, dit is de buffer over capaciteit. Daarnaast kan niemand sneller lopen omdat het touw dan strak komt te staan. Ontleend aan www.lean-manufacturing-japan.com	14
Figuur 3-2 Het Lean huis. Gebaseerd op o.a. (Sayer & Bruce, 2007) en (Wikipedia, 2009).....	16
3-3 Er zijn meerdere wegen die naar de top leiden.....	19
Figuur 4-1 Productieproces bij APZ. Halffabricaten worden zelf geproduceerd of ingekocht bij externe leveranciers. Specialistische behandelingen zoals verchromen worden ook uitbesteed. (Pennings, 2005) Aangepast	20
Figuur 4-2 Computer Illustratie van een robot cel. Op de lasafdeling zijn de robots uitgerust met meer inbouw plekken dan op de illustratie te zien is. Meestal 4 plekken.....	21
Figuur 4-3 Close-up van een soldeer machine. Het product wordt in een mal gestopt en vervolgens verhit om samen te vloeien met een verbindingsmetaal bijvoorbeeld zilver.....	21
Figuur 4-4 Schematisch overzicht van de mogelijke productiewegen die een artikel af kan leggen.	22
Figuur 4-5 Relatie tussen de 3 middelen, het product en het lasprogramma.....	24
Figuur 5-1 Optimale cyclus voor 1 mal. De mal staat nooit stil. Efficiëntie is (inbouwtijd + uitbouwtijd) / lastijd. Dit is ook de hoogst mogelijke efficiëntie voor één mal.....	31
Figuur 5-2 Optimale cyclus plus optimalisatie arbeidscapaciteit. Efficiëntie op arbeid is hoger doordat er minder tijd aan wachten wordt besteedt (vergelijk rood uit 5-2 met blauw uit 5-1).....	32
Figuur 5-3 Situaties die niet wenselijk zijn. Nooit 2 dezelfde mallen op 1 robot draaien, een product tegen het piekproduct draaien waarvan de lastijden langer zijn dan inbouwtijden.....	32
Figuur 5-4 Heuristiek voor het plannen van de dagproductie.....	34
Figuur 0-1 Logistiek concept bij APZ. De gemiddelde levertijd is 6 weken, acht dagen voor de leverdatum start de productie. (Plemper, 2003)	49
Figuur 0-2 Overzicht van een mogelijk product. Komt niet overeen met de werkelijkheid van de A452 productboom.....	50

Grafieken

grafiek 1 Schematische weergave van kaizen projecten en het niveau binnen de organisatie	40
grafiek 2 Pareto analyse waarbij de aantallen zijn uitgezet tegen het aantal verschillende producten.	52
grafiek 3 Pareto analyse waarbij de productietijd is uitgezet tegen het aantal verschillende producten.	53
grafiek 4 De vraag curve van de drie meest gevraagd producten over dataset 1 jaar 2008	54
grafiek 5 De vraag curve van de drie meest gevraagde producten in dataset 2, 3 maanden.	54

Tabellen

Tabel 1-1 Overzicht kerncijfers Koninklijke Ahrend * Verkoop Ahrend Office Products en Ahrend Repro aan Lyreco per 31 oktober 2005	7
--	---

Bijlage B: Begrippenlijst

Afvlakkingsoverleg	Het overleg waar verschillende afdeling samen komen om de productie voor de komende weken te plannen
Ahrend Productiebedrijf Zwanenburg (APZ)	De productie locatie van Ahrend in Zwanenburg
Bottleneck	Zie constrain
Constrain	<i>“Iets wat een systeem belemmert in het halen van hogere resultaat versus zijn doel” (Goldratt, 1988)</i>
Cyclustijd	De tijd die nodig is om 1 product te maken, onafhankelijk van de middelen en in het ideale geval
Dataset	Een verzameling van cijfers in een bepaalde periode over een bepaald proces
Efficiëntie	De mate van gebruik van een middel om een bepaald doel te bereiken
Heuristiek	Een verzameling van beslisregels om een bepaald doel te bereiken
Kaizen	Een verbeter project uitgevoerd door een team om een specifieke verspilling te elimineren
Key Performance Indicator (KPI)	Een cijfer of ratio die aangeeft in welke mate een gesteld doel bereikt wordt
Klant Order planning (KOP)	De afdeling die de binnenkomende orders plant en het contact punt is met de verkoop organisatie
Lean Concept	De verzamelingen van theorieën om verspillingen in een process tegen te gaan
Logistiek concept	De manier van plannen binnen APZ waar de gehele productie binnen de fabriek om draait
Over Equipment Effency (OEE)	Een manier om de efficiëntie van een machine te meten en aan te geven waar de grootste verliezen zitten
Pacemaker	De afdeling die het tempo (pace) van de productie bepaald in de gehele fabriek
Poke Yoke	Het mechanisch voorkomen van productie fouten

Productielijn	Een lijn waarover een product gemaakt kan worden
Productietreintje	Het idee dat een product vandaag gelast wordt morgen, morgen gelakt en overmorgen gemonteerd
Punten verleggen	Het aanpassen van het lasprogramma op een robot omdat de las iets is verschoven. Dit kan doordat onderdelen een ander maat hebben, doordat de mal verstelt is of robot een hit (botsing) heeft gehad.
Productmix	Een specifieke samenstelling van verschillende producten
Reparatie lassen	Het repareren van bepaalde fouten in lasverbindingen die gelegd zijn zoals gaten
Tafel	Een locatie binnen een robot waar een lasmal op geplaatst kan worden, een tafel kan verschillende eigenschappen hebben.
Two - Bin	Een manier van voorraad aansturing doormiddel van twee bakken

Bijlage C: Literatuur lijst

Ahrend - Wikipedia. (2008, Augustus 10). Opgeroepen op Mei 15, 2009, van Wikipedia: <http://nl.wikipedia.org/wiki/ahrend/>

Atwater, J. B. (sd). *A study of the utilization of capacity constrained resources in drum-buffer-ropes systems*. Opgeroepen op 06 12, 2009, van Production and Operations Management, findarticles.com: http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3796/is_200207/ai_n9091736/

Communicatie, A. A. (2008). Presentatie. *Nice to meet you* . Koninklijke Ahrend NV.

Dr Zoe Radnor, P. W. (2006). *Evaluation Of The Lean Approach To Business Management And Its Use In The Public Sector*. Edinburgh: Juni.

Goldratt, E. (1988). COMPUTERIZED SHOP FLOOR SCHEDULING. *International Journal of production resources* , 443 - 455.

Heerkens, H. (2004, Feb). A Methodological checklist for the high-tech marketing projects. *TSM Buisness School* .

Heerkens, H. (2005). *De Algemene Bedrijfskunde Probleemaanpak*. TSM Business School.

Hoe Lean, Six Sigma, TPM en TOC u de top helpen bereiken. (2007, Juni). *Kwaliteit in bedrijf* .

Koninklijke Ahrend N.V. (2009). *Commercieel verslag 2008*. Amsterdam: Koninklijke Ahrend N.V.

Kwikkers, R. (2008, Juni 11). KOG Seminar. www.procesverbeter.nl.

Kwikkers, R. (2009, Juni 14). *Lean is wel een goed idee!* Opgeroepen op Juli 19, 2009, van [logistiek.nl](http://www.logistiek.nl/blogs/artikelen/id181-Lean_is_wel_eeen_goed_idee.html): http://www.logistiek.nl/blogs/artikelen/id181-Lean_is_wel_eeen_goed_idee.html

MdW, A. . (1998). *Logistiek concept Ahrend*. Zwanenburg: Ahrend.

Mendes, M., Mikhailov, M., & Qassim, R. (2003). A mixed-integer linear programming model for part mix, tool allocation and process plan selection in CNC machining centres. *International Journal of Machine Tools & Manufacture design* 43 , 1179-1184.

Mikrocentrum. (2008, September 25). *VSM. Workshop Value Stream Mapping* . Zwanenburgh, NH, Nederland: Mikrocentrum.

Natalie, J. S., & Williams, B. (2008). *Lean voor Dummies*. Amsterdam: Pearson Education Benelux B.V.

Nave, D. (Maart 2002). How To Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints. *Quality Progress* , 73-78.

Pennings, D. (2005). *Een frame voor de toekomst*. Enschede: Utwente.

Plempers, N. (2003, September 11). *Presentatie APZ NL* . Zwanenburg, Noord-Holland, Nederland: Ahrend .

Presentatie . (2008). *Nice to meet you* . Koninklijke Ahrend NV.

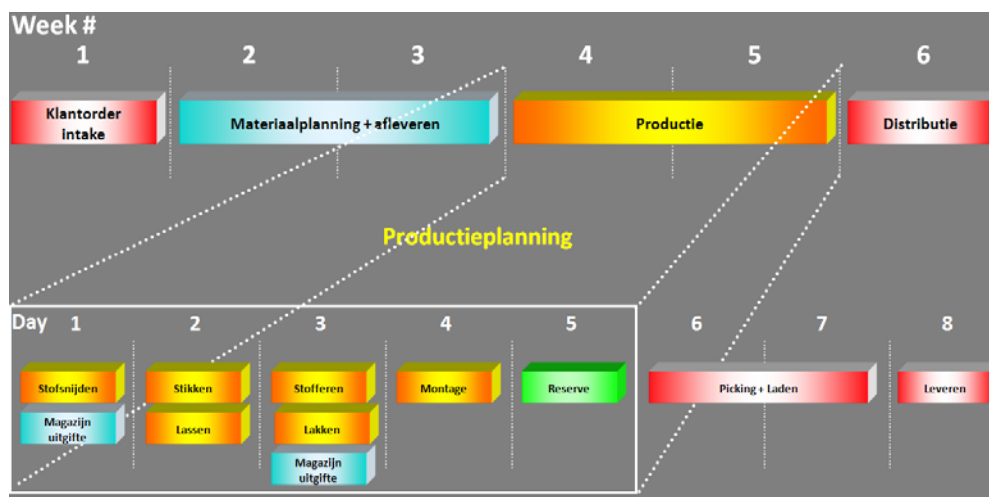
- Rother, M., & Harris, R. (2001). *Creating Continuous Flow*. Cambridge, Massachusetts, USA: The lean Enterprise Institute.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Leren Zien*. Driebergen, Nederland: Lean Management Instituut.
- Sayer, N. J., & Bruce, W. (2007). *Lean voor Dummies*. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing Inc.
- Schwartz, R. M. (2004, February). How to quickly find articles in the top IS Journals. *Communications of the ACM* (Vol 47. No 2).
- Smalley, A. (2004). *Creating Level Pull*. Cambridge, MA, USA: The Lean Enterprise Institute.
- Sproull, B. (2009). *The Ultimate Improvement Cycle Maximizing Profits through the Integration of Lean, Six Sigma and Theory of Constraints*. New York: Productivity Press (CRC).
- Steyn, H. (2000). An Investigation Into the Fundamentals of Critical Chain Project Scheduling. *International Journal of Project Management* , 363–369.
- Trietsch, D. (2005). From Management by Constrains (MBC) to Management by criticalities (MBC II). *Human Systems Management* , 105-115.
- Verschuren, P., & Doorewaard, H. (1995). *Het ontwerpen van een onderzoek*. Utrecht: Lemma.
- Wikipedia. (2009, Mei 21). *Lean Manufacturing - Wikipedia*. Opgeroepen op Juni 16, 2009, van Wikipedia.org: http://nl.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing

Bijlage D: Logistiek Concept

Binnen de aansturing door het ERP systeem is het logistiek concept belangrijk. Het ERP systeem geeft de orders vrij volgens dit concept en bepaald wanneer er wat binnen APZ geproduceerd wordt.

De levertijd voor een standaard product is gemiddeld zes weken, dit is de standaard categorie B. Naast B zijn er nog andere categorieën A, C en D. Deze worden toegekend aan speciale orders. Bij categorie B is zes weken van te voren bekend op welke datum een bepaald product geleverd moet worden. De leverdatum is “heilig” binnen APZ en rond deze datum wordt het hele productieproces gepland. Dit heeft te maken dat het leveren samengaat met andere handelingen zoals het inrichten van kantoren, het vertrek van schepen etc. Andere afdelingen binnen Ahrend plannen dus ook op deze datum. Niet leveren op een datum kan betekenen dat tien inrichters van Ahrend niets kunnen doen, hetgeen onacceptabel is.

Wanneer de leverdatum bekend is wordt vanaf deze datum acht dagen teruggerekend om de echte productie te starten. Dit om de voorraden zo klein mogelijk te houden en het Just In Time concept dat binnen de op één volgende afdelingen ligt in stand te houden. Binnen APZ wordt het JIT concept tussen de afdeling “het treintje” genoemd. Wat vandaag gelast wordt, wordt morgen gelakt en overmorgen gemonteerd om vervolgens naar expeditie te gaan. Orders groter dan een dagproductie (bijvoorbeeld 1200 stoelen) worden afgevlakt op montage niveau. De montage is binnen APZ leidend, dit is de “pacemaker” binnen APZ. Dit houdt in dat als montage 100 stoelen op een dag kan monteren de productie 12 dagen duurt en de productie dus al $8 + 12 = 20$ dagen begint voor de geplande leverdatum. Het concept is samengevat in Figuur 0-1.



Figuur 0-1
Logistiek
concept bij APZ.
De gemiddelde
levertijd is 6
weken, acht
dagen voor de
leverdatum start
de productie.
(Plemper, 2003)

Voor kleine orders is de levertijd ook minimaal zes weken. Dit heeft te maken met halffabricaten die moeten worden ingekocht en met de productie van metaaldelen die voor het KOOP liggen. Daarnaast worden sommige halffabricaten extern geproduceerd waardoor hun doorloop tijd langer is, dit is met name het geval bij een deel van de stofzetten die in Duitsland en Tsjechië worden geproduceerd.

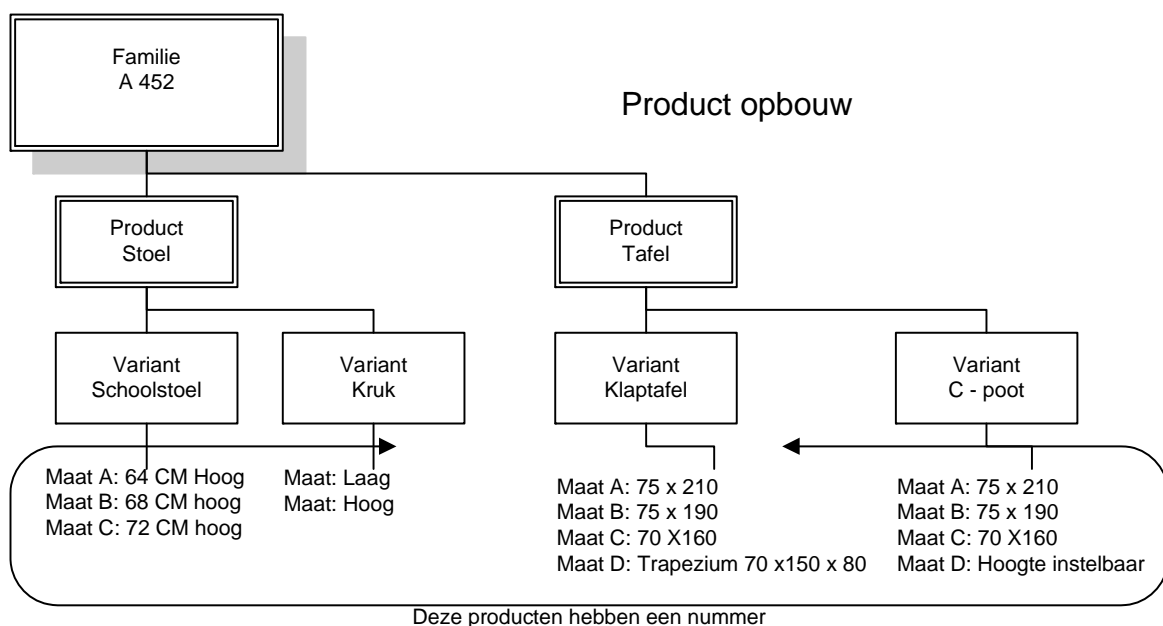
Dit logistieke concept heeft veel invloed op de productie afdelingen en dus ook op de lasafdeling waar het onderzoek is uitgevoerd.

Bijlage E: Product opbouw

Ahrend kent een aantal product families zoals de A220, A230, A450, A452 en meer. Elke familie is gericht op een bepaald segment van de markt zoals onderwijs of profit. Onder deze families vallen dan één of meerdere producten. Deze producten zijn dan bijvoorbeeld tafels, bezoekersstoelen of bureaustoelen. Bij de A230 is er een bezoekersstoel en een bureaustoel. Van elke product zijn nog één of meerdere varianten. Op een A230 bureaustoel kunnen verschillende schanieren worden gemonteerd, dit zorgt voor andere lasproducten. De rug kan synchroon, permanent of vast schanieren. Een A452 familie heeft als producten de A452 schooltafel en de A452 schoolstoel. De varianten van een tafel verschillen in de hoogte en breedte. Tafels kunnen een hoogte van 74 cm en 80 cm hebben. Alle deze varianten hebben een apart artikelnummer op de lasafdeling en vragen vaak een andere behandeling.

Binnen APZ wordt er vaak over een product gesproken zoals de A452 stoel. Er wordt dan geen rekening gehouden met de specifieke variant. Dit maakt de communicatie tussen, en inzichten in, de verschillende afdelingen soms moeilijk. Een variant kan op de lasafdeling voor extra werk zorgen terwijl de montage geen onderscheid maakt in de varianten van dat product. Dit kan allerlei oorzaken hebben zoals extra omsteltijden of moeilijke hanteerbare producten vanwege zijn afmeting.

Bij APZ worden 17 families geproduceerd, niet alle producten van die familie worden bij APZ gemaakt. Ook worden producten van die families bij APS geproduceerd. Elke variant heeft een apart artikelnummer. Hiernaast zijn er nog speciaal orders die een apart nummer krijgen. Speciale orders lijken vaak erg op een bestaand artikel maar hebben net een andere maat of speciale afwerkingen. Deze speciaal orders worden buiten beschouwing gelaten en zorgen maar voor klein aandeel in de productie en productietijd. In Figuur 0-2 is een schematische opbouw van een denkbeeldig product te zien.



Figuur 0-2 Overzicht van een mogelijk product. Komt niet overeen met de werkelijkheid van de A452 productboom.

Daarnaast zijn er producten die dezelfde bewerkingen nodig hebben maar toch een andere artikelnummer hebben. Dit komt voor bij bijvoorbeeld een tafel met langer of korte poten waarbij de lassen toch op dezelfde plek liggen. Deze producten hebben toch een ander artikelnummer maar hetzelfde proces. Alle artikelnummers bestaan uit cijfers, behalve als een artikel extern verchromd moet worden. Het laatste nummer wordt nu een C zodat de medewerkers weten dat het om een chroom product gaat. Chroom producten moeten met grotere zorg behandeld worden omdat krassen direct en eerdere zichtbaar zijn dan een gewone laklaag.

Bijlage F: Vraag analyse

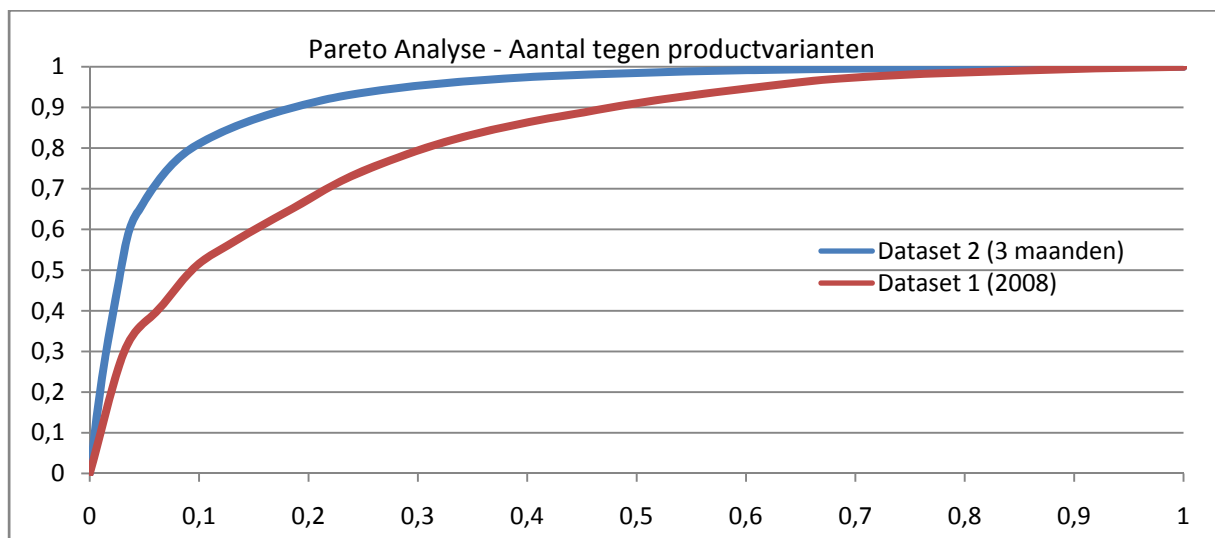
Er is binnen APZ niet bekend wat de afzet per product is geweest voor de producten die op de lasafdeling gemaakt zijn. Er kan dus geen exacte analyse gemaakt worden van alle producten die in het verleden op de lasafdeling geproduceerd zijn. Daarom is gekozen voor ander aanpak.

Wel is bekend wat er in 2008 per week is afgezet op de montage afdeling. Uit deze cijfers zijn niet de specifieke producten af te leiden maar wel productgroepen. Dat wil zeggen dat er bijvoorbeeld wel bekend is hoeveel schoolstoelen er gemaakt zijn maar niet in welke maat. Deze cijfers over 2008 van de montage noemen we dataset 1.

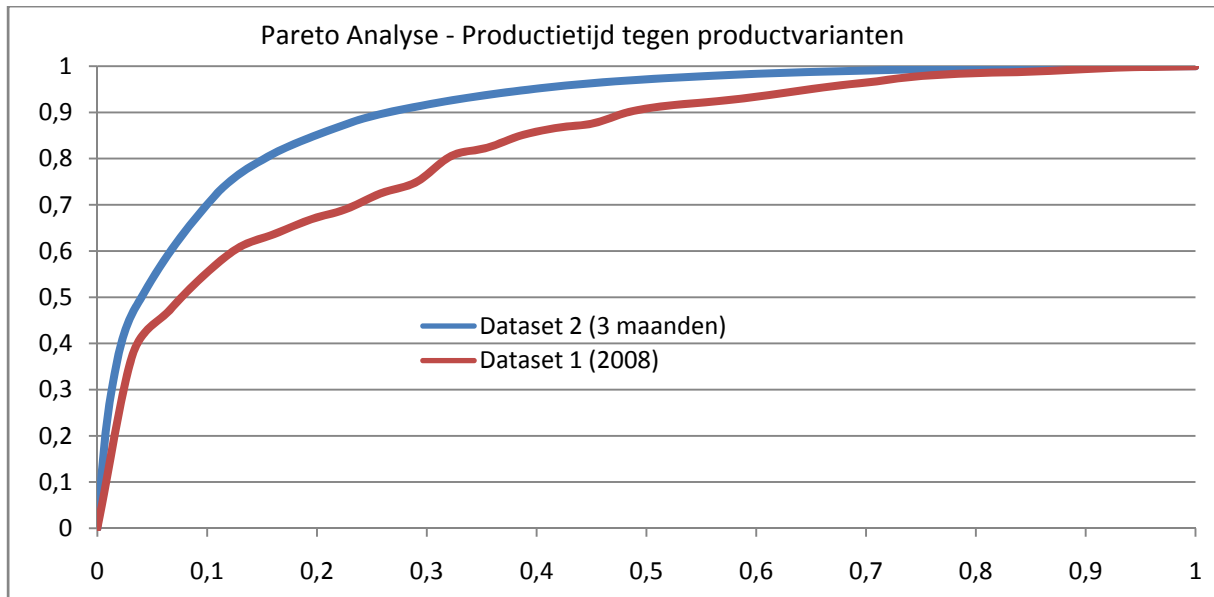
Naast dataset 1 is er ook een dataset 2. Deze dataset bevat wel de specifieke producten en gaat over een periode van drie maanden. Beide dataset hebben zo hun beperkingen. Dataset 1 heeft in de laatste periode van 2008 al last van de recessie. Dit betekent dat er toen minder orders binnen kwamen. Zoals aangegeven zijn ook de specifieke varianten niet bekend. Dataset 2 bestaat uit een relatieve korte periode en daarnaast is deze dataset onderhevig aan seizoensinvloeden. Traditioneel komt in de gemeten periode veel productie van schoolmeubilair voor. Dit houdt verband met de zomervakantie van scholen. Ook hier speelt net zoals in dataset 1 de lage order intake in verband met de recessie.

Beide datasets geven een vertekend beeld op de werkelijk order intake omdat deze data afgevlakt is. Dat wil zeggen dat het door KOP (Klant Order Planning) handmatig in porties over verschillende dagen is verdeeld of dat orders van verschillende dagen samengevoegd zijn. Hierdoor zijn geen hele grote specifieke piek orders terug te vinden, alleen piek productie. Het is niet duidelijk of deze piekproductie een combinatie van orders is, een enkele order of een deel van een order.

Er is gekeken of dataset 2 een afspiegeling kan zijn van dataset 1 door middel van een pareto analyse. Deze is te zien in grafiek 2 en grafiek 3. In deze analyse is het aantal productvarianten uit gezet tegen de totale productietijd en tegen de totale productieaantallen.



grafiek 2 Pareto analyse waarbij de aantallen zijn uitgezet tegen het aantal verschillende producten.



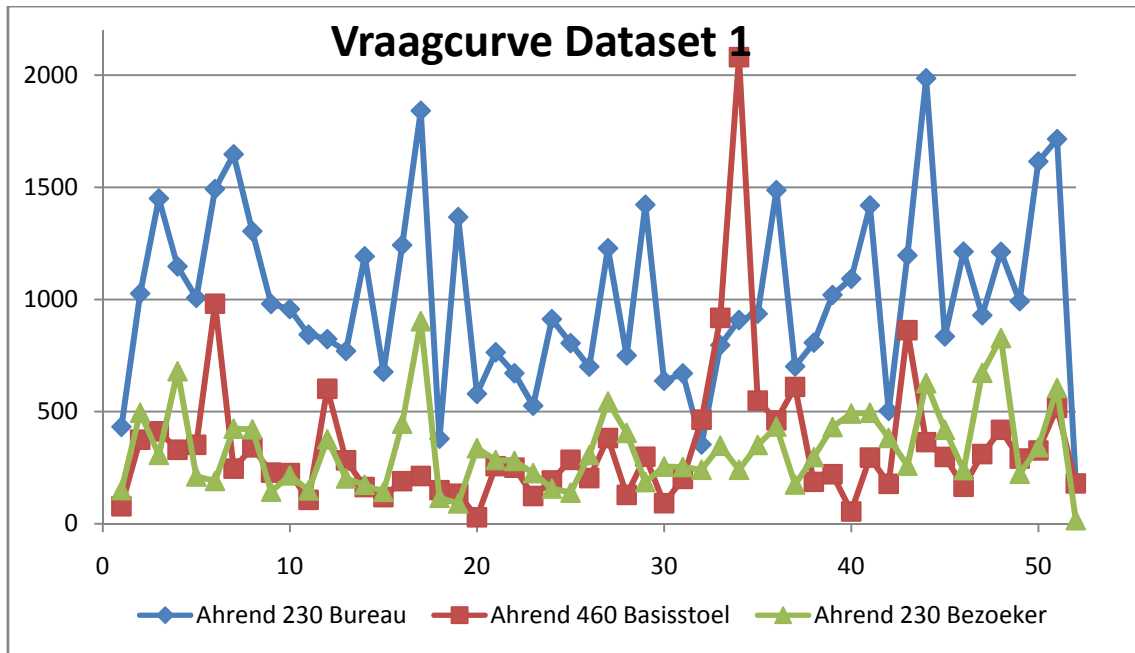
grafiek 3 Pareto analyse waarbij de productietijd is uitgezet tegen het aantal verschillende producten.

De 'stelling' van pareto gaat niet precies op voor dataset 1, in plaats van de 20% die goed moet zijn voor 80% van het aandeel ligt deze bij Dataset 1 rond de 30%/70%. Voor dataset 2 slaat het de ander kant op en ligt de verhouding rond de 15%/85%.

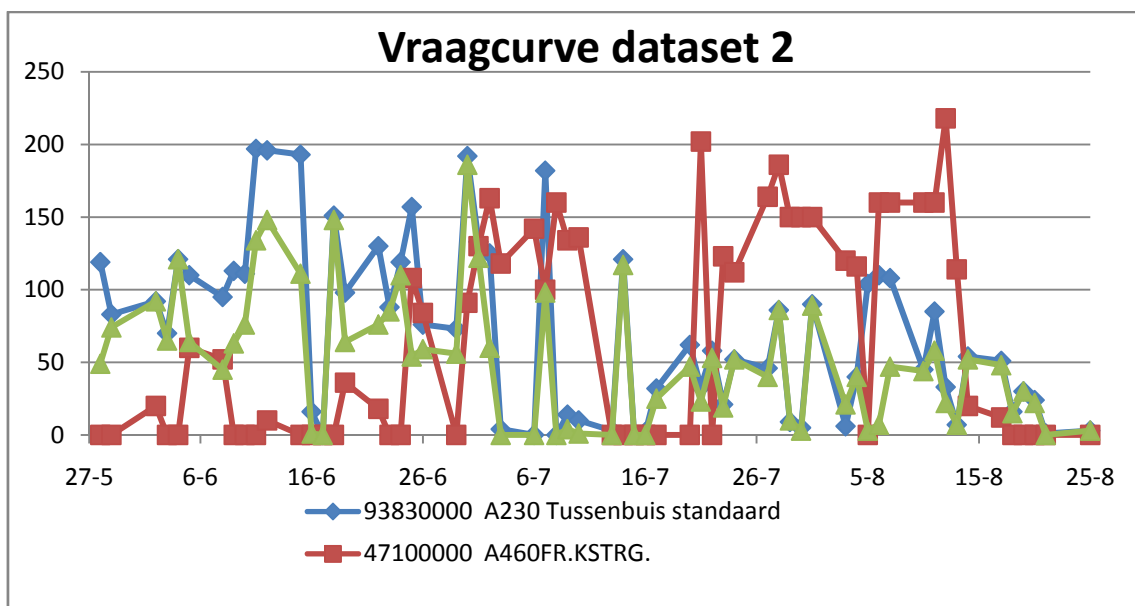
Uit deze analyse blijkt dat dataset 2 niet geheel representatief is voor dataset 1. **Minder productvarianten** bij dataset 2 zorgen voor **meer productietijd** en voor **meer aantallen** in vergelijking met dataset 1. Dit is te verklaren doordat niet alle producten in de periode van drie maanden zijn geproduceerd. Het kan ook te maken hebben met de economische recessie waardoor bepaalde producten het beter doen. Deze producten zijn bijvoorbeeld goedkoper of minder recessiegevoelig zoals schoolmeubilair. Dataset 2 kan dus niet als representatief gezien worden voor een heel jaar.

Wel kan gesteld worden dat er verschillende types producten zijn, producten die in grote aantallen gevraagd worden en veel productietijd vragen. Op basis van deze constatering wordt een A,B,C classificatie voor producten geadviseerd. Het (verwachte) productaandeel in de totale productie kan beter als classificatie dienen. Categorie A zijn de producten die meer dan 5% van de productie vertegenwoordigen, B is 2 tot 5 %, C is de rest. Deze classificatie kan later gebruikt worden om producten te plannen en de technische middelen voor producten te bepalen. Daarnaast kan het Lean concept eerst op de A producten gefocust worden. Voorraad niveau kunnen ook basis van deze classificatie ingeregeld worden en zelf levertijden zouden er op kunnen inspelen.

In grafiek 4 en grafiek 5 kan gezien worden dat de vraag zelfs voor de meest gevraagde producten zeer sterk fluctueert. Dit geldt zowel voor dataset 1 en dataset 2. Er zit dus veel variatie in de vraag van een specifiek product zit. Uit verdere analyse van dataset 2 is gebleken dat de productmix elke dag verschillend is. Het aantal verschillende producten is maximaal 21 producten en minimaal 7. Gemiddeld moet er 11,3 verschillende producten gemaakt worden. Het aantal keer omstellen in de periode is gemiddeld 5,77 keer per dag. Dit betekent dat er gemiddeld 5 producten 1 of meerdere dagen achter elkaar gemaakt worden.



grafiek 4 De vraag curve van de drie meest gevraagd producten over dataset 1 jaar 2008



grafiek 5 De vraag curve van de drie meest gevraagde producten in dataset 2, 3 maanden.

De productmix varieert dus van dag tot dag. In de aantallen is eveneens een grote variatie. Doordat de vraag niet gestuurd kan worden, in verband met het logistiek concept, moet de capaciteit zich dus aanpassen aan deze schommelingen in productmix en vraag. Deze variatie in de vraag op zowel niveau van mix en aantal gaat tegen het Lean Concept in. Lean stelt dat de variatie zo veel mogelijk uit het proces genomen moet worden. Nu klopt dit gedeeltelijk. Niet alle variatie kan uit het proces genomen worden, afvlakking in het overleg is de eerste stap om de variatie tegen te gaan, het maken van clusters orders is een tweede. Daarnaast wordt ook bedoeld met variatie onregelmatigheden in aanvoer materiaal, het niet werken van machines, een stabiele planning etc. Op deze elementen kan wel gestuurd worden. De variatie die overblijft doet iets af aan het succes van Lean, maar maakt het niet slecht of onmogelijk.

Bijlage G: Meetformulier

Naam:		DAG:	MA	Di	WO	DO	VR	Aantal mensen	1	2
--------------	--	-------------	----	----	----	----	----	----------------------	---	---

Tafel 1	Product	Aantal					Afkeur									
	Punten verleggen	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Tafel 2	Product	Aantal					Afkeur									
	Punten verleggen	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Tafel 3	Product	Aantal					Afkeur									
	Punten verleggen	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Tafel 4	Product	Aantal					Afkeur									
	Punten verleggen	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

	Activiteiten	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	Mal Wisselen																
2	Materiaal Halen																
3	Materiaal Afvoeren																
4	Overleg																
5	Wacht op materiaal																
6	WC, Koffie/Thee																
7	Reparatie lassen																
8	Nameten/Controle																
9	Draad Aanvullen																
10	Machine Storing																
11																

Opmerking medewerker:

Bijlage H: Resultaten Metingen

																							Aantal keer	Tijd	Tijd per keer
Mal Wisselen	5	5	20	10	10	15	10																7	75	10,71
Materiaal Halen	10	5	5	10	1	1	3	1	1	20	10	3	5										13	75	5,77
Materiaal Afvoeren																							0	0	0,00
Overleg	5	5																					2	10	5,00
Wacht op materiaal																							0	0	0,00
WC, Koffie/Thee	10	5	5	20	10	5	1	1	5	5	5	5	5	10									14	92	6,57
Reparatie lassen	5	5	5	5	1	10	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10		22	141	6,41
Nameten/Controle																							0	0	0,00
Draad Aanvullen	10																						1	10	10,00
Machine Storing	15	5	5	5	5	15	5	10	5	5	5	15											12	95	7,92
Nieuw prog																							0	0	0,00
punten verleggen	50	10	5	10	10	10	10	10	10	20	25	20	5	10	15	5	2	2	3	10	10		20	242	12,10

Een aantal opmerkingen dienen bij de metingen gemaakt worden.

1. De meting neem niet in beschouwing hoeveel producten er gemaakt zijn. Het toont alleen aan welke verspilling vaak voorkomt, niet welk percentage dit is.
2. Reparatielassen en punten verleggen zijn de twee grootste verspillingen. Deze verspillingen komen vaak voor maar zijn door enkele producten veroorzaakt. Bij deze producten waren problemen met de onderdelen. Er zijn ook producten die helemaal niet te maken hebben gehad met punten verleggen of die geen enkele reparatielas nodig hadden. Zaak is om die producten snel op te sporen en de kwaliteit te verbeteren.
3. WC / Koffie thee is ook een grote verspillingen, dit komt doordat medewerkers gewend zijn om buiten de pauze's om zelf ook even 5 minuten pauze te houden door een ritje op en neer naar de koffie automaat. Dit is een verworven recht niet die niet gemakkelijk kan worden terug gedrongen, hier is een cultuurverandering voor nodig.
4. Het begrip machine storing moet verder worden uitgesplitst of beter gedefinieerd. Nu gaven medewerkers aan dat zij soms bij punten verleggen ook wel machine storing hebben aangekruist.

Bijlage I: Implementatie checklist

#	Activiteit	Wie	Gedaan
1	In/uit bouw tijden, lastijden en normtijden verzamelen		
2	Maximale productie aantallen per product bepalen		
3	Macro schrijven die tijden combineert met het planningsoverzicht		
4	Heuristiek toepassen in de planning		
5	Computer gestuurd combinatie van sets berekenen voor heuristiek		
6	KPI Excel model maken		
7	Communicatie bord maken		
8	Presentatie voor medewerkers geven		
9	Spel voor personeel bedenken en uitvoeren		
10	Standaard SOP formulier maken		
11	Orderhistorie archiveren		
12	Verspillingen specifiek meten		
13	OEE meting opzetten		