

Lean Methodieken

in een poedercoat bedrijf

Luuk Rooijackers

18-8-2013

Student:	L.G. Rooijackers
Studentnummer:	s1008218
Bedrijf:	Ulamco Coating B.V.
Adres:	Riezenweg 1, 7071 PR te Ulft
Telefoonnummer:	0315-688688
Afstudeerbegeleiders UT	Dr. P. C. Schuur, Universiteit Twente Dr. Ir. S. Löwik, Universiteit Twente (meelezer)
Begeleiders Ulamco	Dhr. O. te Pas, Algemeen Directeur Ulamco Coating B.V. Dhr. R. Vieberink, Hoofd Productie

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeer scriptie, door mij uitgevoerd in het kader van het afronden van mijn bachelor opleiding Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. Via het stage bemiddelings bureau *Integrand* ben ik terecht gekomen bij het poedercoat bedrijf Ulamo Coating B.V. te Ulft. Hier heb ik de afgelopen tijd op diverse bedrijfsterreinen verschillende processen geanalyseerd. In deze scriptie kunt u alles lezen over de aard van de verschillende analyses, hun conclusies en de daaraan gekoppelde verbetervoorstellen.

Algemeen Directeur en opdrachtgever Oscar te Pas wil ik hartelijk bedanken voor de kans die hij mij als afstudeerder heeft gegeven om ervaring op te doen in een mooi bedrijf als het zijne. Ik hoop dat ik in de vorm van dit verslag een nuttige bijdrage heb kunnen leveren aan Ulamo Coating. Veel geleerd heb ik in ieder geval sowieso.

Dit alles heb ik uiteraard niet alleen gedaan. Tijdens mijn werkzaamheden heb ik veel samengewerkt met consultant Roy Verlaak van ROI Management, die door Ulamo Coating is aangesteld om sturing te geven aan de verschillende verbeterprocessen. Hij heeft als consultant door de jaren heen bij verschillende bedrijven een schat aan ervaring opgedaan en ik heb van hem dan ook veel geleerd wat betreft het implementeren van verbeteringen binnen een organisatie. Hiervoor wil ik hem dan ook hartelijk danken.

Tevens wil ik Hoofd Productie van Ulamo Coating Rob Vieberink, die mijn dagelijks aanspreekpunt tijdens mijn afstudeerstage, bedanken voor zijn hulp en ondersteuning. Productieleider Wilco Geerts en Martijn Bruens van de technische dienst waren ook altijd bereid om vragen te beantwoorden of me anderszins te helpen. Ook alle andere leden van de diverse verbeterteams, waarin mensen van vrijwel alle afdelingen binnen Ulamo vertegenwoordigd waren, wil ik hartelijk bedanken. Dankzij hen heb ik me altijd een onderdeel van het 'Ulamo team' gevoeld.

Uiteraard wil ik ook mijn afstudeerbegeleider van de Universiteit Twente Peter Schuur alsmede meelezer Sandor Löwik hartelijk bedanken voor hun steun in de vorm van adviezen en opbouwende kritieken gedurende het opstellen van dit stageverslag.

Enschede, 23 juni 2013

Luuk Rooijackers

Management Samenvatting

Dit onderzoek is uitgevoerd bij het poedercoatbedrijf Ulamo Coating in opdracht van de directie teneinde de interne efficiëntie te verbeteren, met als uiteindelijk doel om de output – gemeten in vierkante meters spuitoppervlak per bedrijfsuur – te vergroten.

Het hoofddoel van dit onderzoek is dan ook als volgt gedefinieerd:

Het analyseren van de processen binnen en rondom de poedercoatlijn bij Ulamo (locatie Riezenweg), met als doelstelling het verhogen van het aantal gespoten vierkante meters per bedrijfsuur.

Allereerst is met behulp van diverse interviews met medewerkers van Ulamo is een probleemkluwen opgesteld waaruit drie verschillende ‘probleemgebieden’ naar voren kwamen die allen (deels) ten grondslag liggen aan de door de directie geconstateerde te lage output.

De drie geconstateerde onderliggende deelproblemen zijn ten eerste het gebrek aan goede doorstroming binnen de coating lijn. Doordat de verschillende stations verschillende bewerkingstijden hebben ontstaan soms wachtrijen en opstoppingen waardoor de output van de lijn lager wordt dan hij zou kunnen zijn. Ook het feit dat de bottleneck verschuift zou hier mee te maken kunnen hebben. Op de spuitstations leveren kleurwissels verlies in productietijd op. Dit wordt door sommigen ook als een mogelijke oorzaak aangewezen. Tot slot is naar voren gekomen dat er behoefte is aan een stuk werkplekinrichting en het structureren en documenteren van werkwijzen. Dit moet er toe leiden dat de productiviteit op de ophang en afhaal stations omhoog gaat.

De onderzoeksvragen waarop dit onderzoeksrapport gebouwd is zijn als volgt:

- Hoe kan het verlies in productietijd op spuitstation 2, veroorzaakt door kleurwissels, beperkt worden?
- Hoe kan de flow binnen de geautomatiseerde Coating Lijn (locatie RW) dusdanig gestroomlijnd worden dat de output wordt verhoogd?
- Hoe kunnen er bij Ulamo Coating efficiënte werkplekken worden gecreëerd met een korte inleertijd?

Na een literatuurstudie is ervoor gekozen de kleurwissel te analyseren aan de hand van de ‘SMED methode’. Deze uit Japan afkomstige methodiek breekt een proces, zoals een kleurwissel, op in kleine handelingen en zoekt systematisch naar verbeterpunten. Na deze methode toegepast te hebben is gebleken dat de totale tijd van een kleurwissel met ongeveer 30 seconden verkort kan worden door de eerste traverse na de kleurwissel eerder uit de buffer vrij te geven en de spuitpistolen tijdens het schoonmaken van de spuitcabine op een andere plek op te hangen.

Wat betreft de werkplekinrichting is gekozen om onder andere de '5S' methode te implementeren. Deze methode geeft handvaten voor het structureren en documenteren van diverse werkwijzen. Dit moet ervoor zorgen dat er efficiënter en productiever gewerkt kan worden. Onnodige handelingen dienen zo veel mogelijk te worden geëlimineerd. Deze methode, gecombineerd met de input van diverse werknemers van de ophang- en afhaal stations, heeft o.a. geresulteerd in nieuwe (schoonmaak) werkwijzen op diverse plekken binnen het bedrijf en een nieuwe werkwijze omtrent de hakenwagens. Er zijn 21 verschillende soorten haken geïdentificeerd. Deze zijn allen gekoppeld aan een letter. Ook de hakenwagens zijn voorzien van letters zodat nu van een afstand duidelijk is welke haak waar hangt. De nieuwe werkwijze rondom de hakenwagens is vastgelegd zodat de ophangers en afhalers weten waar hakenwagens die zij kunnen gebruiken staan en de controle voor slijpen en ontlakken vergemakkelijkt wordt.

Tot slot is de huidige coating lijn geanalyseerd en is gepoogd deze beter te stroomlijnen. er is een nieuw meetsysteem opgezet om het monitoren van diverse performances te vereenvoudigen. Bovendien is de takt tijd van het voorbehandelingsstation, door het ritme van de gordijnen te laten aansluiten op de doorlooptijd, terug gebracht van 254 naar 245 seconden waardoor op dit station per dag ruim 4 traversen extra kunnen worden verwerkt. Tevens zijn er richtlijnen geschetst waar de planning aan moet voldoen om alle stations aan te laten sluiten op het ritme van de voorbehandeling teneinde een output van 14,6 traversen per uur te behalen.

Deze aanbevelingen tot verbetering, die reeds deels zijn doorgevoerd, moeten bijdragen aan een structurele verhoging van de in het hoofddoel geformuleerde output.

Inhoudsopgave

1	Introductie.....	1
1.1.	Ulamo BV.....	1
1.2.	Ulamo Coating.....	2
2.	Situatiebeschrijving.....	3
2.1.	Het Coating Proces.....	3
3.	Probleemidentificatie.....	9
3.1.	Aanleiding van het onderzoek.....	9
3.2.	Probleemkluwen.....	9
3.3.	Beschrijving van de Probleemkluwe van Ulamo.....	12
3.4.	Afbakening en onderzoeksvragen.....	13
3.5.	Theoretisch Kader.....	16
3.6.	Randvoorwaarden.....	19
4.	Stroomlijnen van de Coating Lijn.....	21
4.1.	Theorie: takt tijden en bottleneck.....	21
4.2.	Takt tijden en bottleneck binnen Ulamo.....	22
4.3.	Het Meetsysteem.....	24
4.4.	Spuitcabine 2.....	30
4.5.	Takt tijd voorbehandeling.....	36
4.6.	Het optimaliseren van de output bij Ulamo Coating.....	37
5.	SMED Analyse Kleurwissel.....	40
5.1.	Omstelling Spuitcabine.....	40
5.2.	Duur Kleurwissel.....	41
5.3.	Single Minute Exchange of Die.....	42
5.4.	Stappen Kleurwissel bij Ulamo.....	43
5.5.	Moeilijke en Makkelijke Kleurwissels.....	45
5.6.	Interne en externe handelingen.....	45
5.7.	Verbetervoorstellen.....	46

6.	Werkplekinrichting	48
6.1.	Structuur Aanbrengen	48
6.2.	Hakenwagens	51
6.3.	Visualisatie van de dagplanning	56
6.4.	Lege emballage.....	58
7.	Conclusies en aanbevelingen	60
8.	Literatuurlijst	63
9.	Bijlage	64
9.1.	Schematische Weergave Kengetallen	64
9.2.	Bovenaanzicht Ulamo BV	65
9.3.	Stappen Kleurwissel	66

1 Introductie

In de afgelopen maanden ben ik in het kader van het afronden van mijn Bachelor studie Technische Bedrijfskunde werkzaam geweest bij het poeder coat bedrijf Ulamo Coating b.v. te Ulft. Met het oog op de lastige huidige marktomstandigheden heeft de leiding van Ulamo besloten nog meer focus te leggen op efficiëntie van de interne processen. Mede hierom is mij gevraagd binnen het bedrijf onderzoek te doen. De formele onderzoeksopdracht luidt als volgt: “Het analyseren van de processen binnen en rondom de poedercoatlijn bij Ulamo, met als doelstelling het optimaliseren van deze lijn”. Dit hoofddoel dient dan ook als basis voor deze scriptie. We zullen echter eerst Ulamo Coating en haar moederbedrijf Ulamo B.V. kort introduceren.

1.1. Ulamo BV

Missie Ulamo Groep: “Wij zijn een vooruitstrevend metaalbewerkings- en coating bedrijf en willen met onze betrokken medewerkers op een duurzame wijze, middels vormgeving en kleurstelling, innovatieve en sfeer verhogende producten en diensten aanbieden aan de bij Ulamo altijd centraal staande klant”

Uit: Huishoudelijk reglement Ulamo Groep, editie 2012

Ulamo BV is een holding met waarvan de belangrijkste dochtervennootschappen Ulamo Metaal, Ulamo Coating en Sentimo zijn. Deze bedrijven zijn allen gevestigd op grofweg dezelfde locatie op industrieterrein ‘de Rieze’ in het Achterhoekse Ulft. (zie paragraaf 9.2 voor een bovenaanzicht)

Ulamo staat voor ‘Ulftse Lak- en Moffelonderneming’ en is een familiebedrijf dat reeds in 1961 is opgericht door de grootvader van de huidige directeuren Marco en Oscar te Pas. In de afgelopen 50 jaar is Ulamo uitgegroeid tot een modern metaalbewerking en poedercoat bedrijf, waar nu dus de derde generatie aan het roer staat.

Ulamo Metaal heeft zich gespecialiseerd in de metaalbewerking. Deze tak houdt zich bezig met ontwerpen, produceren en assembleren van metalen producten, voornamelijk voor de radiatorenindustrie. Ulamo Coating houdt zich bezig met het poeder coaten van metalen onderdelen, voornamelijk voor klanten uit de bouwsector. Sinds een aantal jaren heeft Ulamo met Sentimo ook een dochteronderneming gespecialiseerd in verkoop van ‘radiator covers’. Dit is metalen bekleding die met behulp van magneten over een bestaande radiator geplaatst kan worden. Sentimo richt zich voornamelijk richt op particuliere verkoop, dit in tegenstelling tot Ulamo Coating en Metaal, die een B2B model hanteren. Ook beschikt Ulamo over een eigen R&D afdeling die zich bezig houdt met (product)innovatie.

1.2. Ulamo Coating

Ulamo Coating: "Ulamo Coating geeft uw producten glans. Met het aanbrengen van coatings van formaat voor veeleisende klanten, zijn wij een flexibel fullservice en duurzaam coating bedrijf. Wij hebben een scherp oog voor milieu, kosten, een snelle levertijd en kwaliteit."

Uit: Huishoudelijk reglement Ulamo Groep, editie 2012

Ulamo Coating houdt zich zoals gezegd bezig met poeder coating van metalen producten zoals aluminium, RVS en verzinkt staal.

Bewerking van de metalen onderdelen kan plaatsvinden op twee locaties, te weten aan de Ettenseweg (EW) en de Riezenweg (RW). Deze locaties zijn slechts enkele tientallen meters van elkaar verwijderd, waarbij op deze laatste locatie een deel van het proces gestandaardiseerd is (zie voor details paragraaf [2.1](#)). Deze installatie is, zeker voor grote batches, efficiënter dan die aan de EW en men probeert dan ook zo veel mogelijk van die orders via deze lijn te coaten.

Producten die buiten bepaalde afmetingen (7500x2500x600 mm) vallen, een weinig voorkomende RAL-kleur hebben of om andere redenen niet op de standaardlijn kunnen worden behandeld worden op de andere locatie gespoten. Dit onderzoek zal zich vooral focussen op de locatie met de geautomatiseerde spuitlijn. Bij Ulamo Coating zijn 47 mensen werkzaam.

Zoals ook blijkt uit haar missie statement zijn naast kostenefficiënt opereren kwaliteit en service belangrijke speerpunten binnen Ulamo Coating. Dit brengt met zich mee dat de zowel de complexe processen binnen Ulamo Coating als de organisatie zelf een zekere mate van flexibiliteit moeten behouden om teneinde aan haar klantbelofte van *fullservice* te kunnen blijven voldoen.

2. Situatiebeschrijving

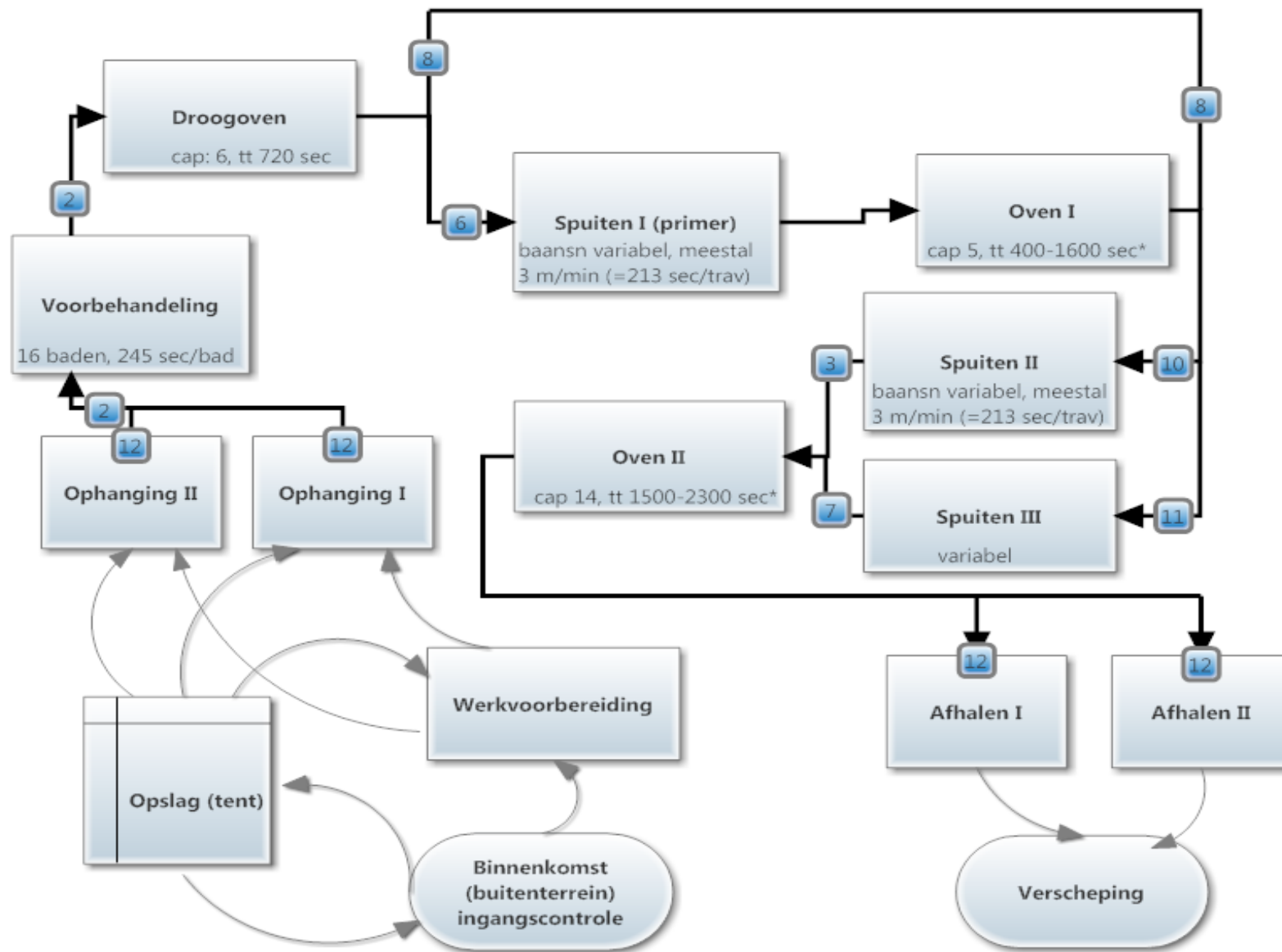
In dit hoofdstuk zullen we de bedrijfsprocessen binnen Ulamo Coating toelichten teneinde een beeld te schetsen wat poedercoaten precies inhoudt en welke stappen een product moet doorlopen alvorens het gecoat en wel teruggezonden kan worden naar de klant. Het proces zal eerst globaal beschreven worden, voorzien van een schematisch overzicht van alle deelstappen. Vervolgens zullen we wat dieper ingaan op enkele van deze deelstappen uit het poeder coat proces.

2.1. Het Coating Proces

Om de efficiëntie te bevorderen is een groot deel van het coating proces bij Ulamo geautomatiseerd. De te coaten producten worden na de werkvoorbereiding (uitpakken en gereed maken voor bewerking) opgehangen aan een zogenaamde traverse. Dit is een lange balk (7,5m) die op zijn beurt weer bevestigd is aan een rail die langs het plafond de hele productiehal rond gaat. Aan deze balk kunnen verschillende soorten haken bevestigd worden waar de diverse metalen producten aan kunnen worden opgehangen. Op deze manier komen de producten automatisch langs de verschillende stations waar de bewerkingsstappen kunnen worden uitgevoerd. Het ophangen en afhaken van de producten gebeurt wel handmatig. Ook de ingangscntrole en de werkvoorbereiding zijn handmatige processen. Het daadwerkelijke poedercoaten vindt plaats op de spuitstations, waar (deels) met een robot wordt gespoten. Het blijft echter bijna altijd nodig om handmatig bij te spuiten, vaak zelfs met meerdere spuiters.

Eenmaal opgehangen aan de rail gaan de producten achtereenvolgens door de voorbehandelingsstraat, de droogoven, het spuitgedeelte en de moffeloven. In de voorbewerking worden de producten gereinigd en chemisch geprepareerd. Alle vuil en vettigheid wordt verwijderd en het spuitoppervlak wordt zo behandeld dat de poeder goed hecht. In de droogoven worden de producten dan gedroogd, zodat ze klaar zijn voor het spuittraject. Bij twee laags coatings wordt eerst een primer opgespoten waarna de traverse de eerste moffeloven – moffelen is het onder temperatuur uitharden van in dit geval de gespoten poeder laag – ingaat om vervolgens bij een tweede spuitstation aan te komen. Enkel laags coatings slaan deze twee stappen over en gaan direct door naar het tweede spuitstation. Parallel aan spuitcabine II is ook nog een derde spuitcabine aanwezig.

Na bespoten te zijn bij spuitcabine II of III gaat de traverse door de tweede moffeloven heen om vervolgens te belanden bij het eindstation. Hier kan de traverse weer worden leeggehaald. Wanneer de producten weer van de lijn zijn afgehaald kunnen ze worden verpakt en zijn ze klaar om weer per vrachtwagen verscheept te worden richting klant. *(Zie voor een overzicht figuur 2.1)*



buffer met plaats voor # traversen

*lage tt geldt voor aluminium, hoge voor (dik) zink

Figuur 2.1: Deelstappen Spuitproces Ulamo Coating

De stappen in het bewerkingsproces zijn als volgt:

Stap	Locatie	Handmatig/Automatisch
➤ Ingangscontrole	Buiten	handmatig
➤ Werkvoorbereiding	Werkvloer	handmatig
➤ Ophanging	Beginstation Rail	handmatig
➤ Voorbehandeling	Rail	automatisch
➤ Droogoven	Rail	automatisch
➤ Spuitstation I (primer)	Rail	automatisch ^{1 2}
➤ Moffeloven I	Rail	automatisch ²
➤ Spuitstation II of III	Rail	automatisch ¹
➤ Moffeloven II	Rail	automatisch
➤ Afhalen	Eindstation Rail	handmatig
➤ Verpakking	Werkvloer	handmatig
➤ Verscheping	Buiten	handmatig

¹ Handmatig bijspuiten

² Alleen voor tweelaags coatings

Merk op dat met 'Spuiten I' (figuur 2.1) hetzelfde bedoeld wordt als 'spuitstation I' of 'spuitcabine I'. Deze begrippen worden soms door elkaar heen gebruikt maar zijn in feite synoniem en betekenen dus hetzelfde. Echter wanneer het gaat om een 'spuiter' worden één of meerdere spuitmedewerkers bedoeld die belast zijn met het poedercoaten.

2.1.1. Ingangscontrole

Nadat de producten per vrachtwagen bij Ulamo zijn binnengekomen worden deze uitgeladen en geplaatst op het buitenterrein van het bedrijf. Hierna is het aan het personeel van de expeditie om te controleren of de levering daadwerkelijk compleet is en in overeenstemming met wat de klant heeft doorgegeven.

Het scala aan verschillende productsoorten dat bij Ulamo gecoat kan worden is zeer divers. Naast plaatwerk, aluminium ramen en zetwerk coat het bedrijf ook veel profielen en kleine onderdelen. Ook de grootte en omvang van orders varieert enorm. Een order kan bestaan uit slechts een paar profielen, maar kan ook honderden vierkante meters spuitoppervlak bedragen.

Nadat de levering gecontroleerd en goedgekeurd is kan deze in de computer worden ingevoerd. Wanneer dit nog niet door de klant is gespecificeerd moet het aantal (geschatte) te spuiten vierkante meters worden berekend. Dit is nodig omdat aan de hand van deze gegevens bijvoorbeeld

het poeder wordt besteld en het aantal benodigde traversen voor de order wordt geschat. Verdere gegevens zoals materiaalsoort, of het een enkel of dubbel laag coating betreft en de beloofde uitleverdatum worden ook in het systeem ingevoerd, zodat er een productieorder kan worden aangemaakt. Wanneer het een onaangekondigde levering betreft kan de expeditie medewerker beslissen of de levering al dan niet naar locatie EW gebracht moet worden. Dit kan het geval zijn wanneer de levering of te groot is voor de standaardlijn van Ulamo Coating of als de kleur van de levering dusdanig uitzonderlijk is dat het met het oog op kleurwisselingen en omsteltijden niet loont om de order bij de bestaande planning in te passen.

Nadat alle gegevens in het systeem zijn ingevoerd wordt de order tijdelijk opgeslagen. Wanneer de order niet lang hoeft te wachten voordat deze binnen verwerkt gaat worden kan dit gewoon buiten in de open lucht zijn. Wanneer de levering langer moet wachten wordt deze tijdelijk in een grote tent geplaatst. Aan het eind van de dag worden alle pallets, bakken en dozen met stalen onderdelen standaard in de tent geplaatst om deze te beschermen tegen regen, vocht en andere elementen der natuur.

2.1.2. Werkvoorbereiding

Niet alle producten zijn na het uitladen meteen gereed om opgehangen te worden aan de traversen. Vaak zijn producten vanwege bescherming tijdens het transport nog ingepakt. Ook kan het zijn dat er eerst nog kleine gaatjes in de producten moeten worden geboord voordat ze geschikt zijn om op te hangen aan de haken die bevestigd zijn aan de traversen. Wanneer dit nodig is wordt dat aangegeven door de productie leider, die deze beslissing neemt in overleg met de ophangers. Uiteraard wordt dit ook overlegd met de klant.

Het uitpakken en gereed maken van de producten wordt gedaan in de werkvoorbereiding. Vaak moeten er stukken plakplastic van het metaal verwijderd worden. Wanneer er veel kleine onderdelen aan de haken moeten worden gehangen kan dit ook alvast bij de werkvoorbereiding gebeuren. De volgehangen haken worden dan door de ophangers opgehaald en in één keer aan de traverse bevestigd. Het werk in de werkvoorbereiding is redelijk arbeidsintensief. In de werkvoorbereiding zijn meestal één of twee personen werkzaam. Deze mensen kunnen wanneer nodig ook op andere stations worden ingezet.

2.1.3. Ophanging

Nadat de werkvoorbereiding klaar is met het prepareren van de producten komen deze bij de ophangers terecht. De ophangers hebben de taak om de producten op een zo efficiënt mogelijke wijze aan de traversen te hangen. Allereerst moet bepaald worden op welke manier en aan wat voor soort haak de producten bevestigd zullen worden. Omdat er bij Ulamo zo veel verschillende

producten gecoat worden is lang niet overal een standaard procedure voor en moet er vaak geïmproviseerd en geschat worden.

Wanneer een balk volgehangen is krijgt deze een programma mee. Aan de hand van specificaties voor de traverse zoals de kleur, het materiaal en het aantal te spuiten lagen coating wordt het programma voor de traverse bepaald. Er wordt dan automatisch door het systeem vastgesteld hoe lang de traverse in de diverse stations (voorbehandeling, moffeloven etc.) moet verblijven. Vervolgens wordt de traverse, wanneer de tijd rijp is, volautomatisch over de rail de bewerkingslijn in gestuurd.

2.1.4. Spuitproces

Het spuitgedeelte vindt achterin de hal plaats in een afgescheiden gebied. In de voorbehandeling gaan de producten langs verschillende chemische baden alwaar ze schoongemaakt, ontvet en chemisch geprepareerd worden voor de poederspuitbehandeling. Verschillende materialen zoals aluminium of (verzinkt) staal, krijgen een verschillende behandeling.

Wanneer de traversen door de voorbehandeling en de droogoven gegaan zijn komen ze terecht in een bufferstation voor de spuitcabines. Wanneer de spuitcabine bemand is en operationeel gaan de traversen één voor één door de cabine heen, waar ze deels door een robot en deels door een spuitster gecoat worden. Het handmatig bijspuiten door de spuitsters is vaak nodig omdat het product een dusdanige vorm heeft dat de spuitrobot niet alle plekjes (bv. hoeken etc.) goed kan bereiken.

Producten die dubbel laags gecoat dienen te worden, worden eerst voorzien van een primer laag alvorens ze de eerste moffeloven betreden waar deze gespoten onderlaag wordt gedroogd en uitgehard. Hierna belanden deze traversen, samen met de traversen met een enkel laags programma, bij een bufferstation voor twee andere spuitcabines. Nadat de producten in een van deze twee cabines gepoedercoat zijn vervolgen zij hun route door de tweede moffeloven. Hierna komt de traverse terecht bij de afhalers op het eindstation.

Tussen twee batches traversen met een verschillende te spuiten kleur dient er een kleurwisseling uitgevoerd te worden. De cabine moet worden schoongemaakt en een andere kleur poeder moet worden aangesloten. Dit moet meerdere keren per dag gebeuren en de tijd varieert afhankelijk van welke omstelling gedaan moet worden.

Er wordt in de planning geprobeerd orders met dezelfde kleur zo veel mogelijk achter elkaar in te plannen teneinde het aantal kleurwissels per dag zo veel mogelijk te beperken. In de praktijk blijkt dit, vanwege diverse beperkende 'planningsregels' echter vaak lastig.

2.1.5. Afhalen

Nadat een traverse de gehele coating lijn heeft doorlopen komt deze aan bij het eindstation. Dit is het terrein van de afhalers. Zij zorgen ervoor dat de producten van de haken afgehaald worden en maken deze gereed voor transport. Dit kan betekenen dat de gecoate producten op pallets moeten worden gestapeld of ingepakt in dozen of kratten. Iedere klant heeft vaak zijn of haar specifieke verpakkingsvoorkeur. Sommigen willen hun producten, al dan niet ingebrand, verpakt in plastic en anderen weer gewikkeld in schuimpapier. Uamo houdt rekening met deze wensen.

De afhalers zijn ook verantwoordelijk voor kwaliteitscontrole. Nadat een traverse met gecoate producten het eindstation bereikt heeft wordt gemeten of de coating laag dik genoeg is. Ook de glans wordt gemeten. Deze gegevens worden ingevoerd in het systeem. De laatste controle gebeurt met het blote oog en vervolgens wordt de traverse goed of afgekeurd. Wanneer de traverse wordt goedgekeurd kan hij worden afgehangen en ingepakt. Nadat de order is ingepakt wordt deze voorzien van een bon en naar buiten gebracht alwaar deze kan worden verscheept.

3. Probleemidentificatie

3.1. Aanleiding van het onderzoek

Aanleiding voor dit onderzoek binnen Ulamo Coating was dat de directie van het bedrijf van mening was dat de output niet hoog genoeg was. Men had de indruk dat er wellicht efficiënter gewerkt zou kunnen worden en dat er meer rendement te halen zou zijn uit de coating lijn. Welke maatregelen er precies genomen zouden moeten worden om de output te vergroten was echter onduidelijk.

Het hoofddoel van het onderzoek was in beginsel door de directie als volgt geformuleerd:

Het analyseren van de processen binnen en rondom de poedercoatlijn bij Ulamo (locatie Riezenweg), met als doelstelling het optimaliseren van deze lijn.

Bovenstaande onderzoeksopdracht roept onmiddellijk de vraag op wat precies bedoeld wordt met 'het optimaliseren van de poedercoat lijn'. Hoe meet Ulamo haar eigen performance en aan welke indicatoren hecht zij het meeste waarde. Na doorvragen werd duidelijk dat met de term 'optimaliseren van de lijn' eigenlijk 'verhogen van de output van de lijn' bedoeld werd. Onder output wordt bij Ulamo verstaan het aantal gespoten vierkante meters per bedrijfsuur. Dit is een product van de variabelen aantal m^2 per traverse en aantal gespoten traversen per uur. Gegevens over deze output worden dagelijks bijgehouden.

$$\frac{m^2}{traverse} \times \frac{traverse}{bedrijfsuur} = \frac{m^2}{bedrijfsuur}$$

Er zijn dus globaal twee manieren om de output te vergroten; ofwel het verhogen van het gemiddeld aantal vierkante meters dat aan een traverse wordt opgehangen, ofwel het vergroten van het aantal gespoten traversen per bedrijfsuur.

Het aangepaste hoofddoel van het onderzoek is nu als volgt geformuleerd:

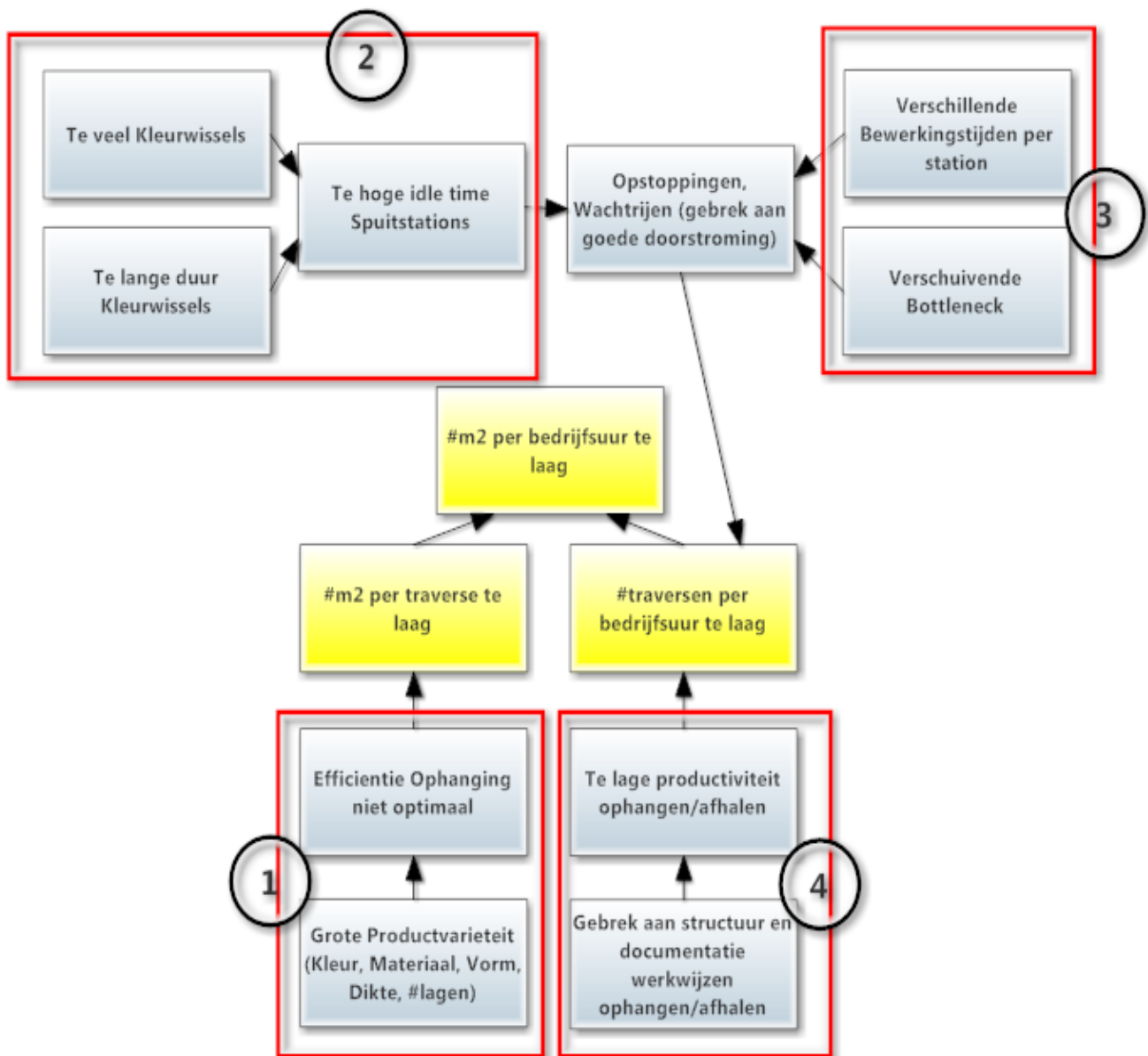
Het analyseren van de processen binnen en rondom de poedercoatlijn bij Ulamo (locatie Riezenweg), met als doelstelling het verhogen van het aantal gespoten vierkante meters per bedrijfsuur.

3.2. Probleemkluwen

Eén van de mogelijke manieren om een beter beeld te schetsen van de diverse oorzaken die ten grondslag liggen aan de door de directie aangekaarte problemen – te weten het te lage aantal m^2 spuitoppervlak per traverse en het te lage aantal gespoten traversen per uur – is het maken van een probleemkluwe.

Een probleemkluwe is een schematische wijze om verschillende problemen die zich binnen een organisatie voordoen weer te geven en hun onderlinge relaties in kaart te brengen. Op deze manier kan worden onderzocht welke problemen ten grondslag liggen aan andere problemen die meer symptomatisch van aard zijn. Oorzaak-gevolg relaties worden door middel van pijlen weergegeven. Na analyse van de probleemkluwe worden (mogelijke) kernproblemen geïdentificeerd die vervolgens in een later stadium gevalideerd en eventueel opgelost kunnen worden (*Heerkens, 2005*).

Als uitgangspunt voor de gemaakte probleemkluwe voor Ulamo is genomen het door de directie aangekaarte 'hoofdprobleem', te weten de in hun ogen te lage output gemeten in gespoten vierkant meters per bedrijfsuur. In dit specifieke geval is de probleemkluwe tot stand gekomen door te beginnen met de drie aan elkaar gerelateerde 'hoofdproblemen' (geel weergegeven in de figuur 3.1) en deze vervolgens door middel van brainstormen en interviews met medewerkers van diverse afdelingen uit te breiden door mogelijke onderliggende oorzaken aan de hoofdproblemen te hangen. Er zijn interviews gehouden met leden van de directie (Algemeen Directeur, Financieel Directeur), verkoop, productie (Productie Manager en Productieleiders) en expeditie. Op basis van deze gesprekken is de onderstaande figuur tot stand gekomen. In de volgende paragraaf zullen we de gevonden groepen vermoedelijke oorzaken verder bespreken.



Figuur 3.1: Probleemkluwen

- Door de leiding van Ulamo aangekaarte 'hoofdproblemen'
- Groep onderliggende oorzaken

3.3. Beschrijving van de Probleemkluwe van Ulamo

Centraal in de probleemkluwe staan de door de leidinggevende van Ulamo aangekaarte 'hoofdproblemen', te weten het te lage aantal traversen per uur en het te lage aantal m^2 per traverse, die beide leiden tot een te lage output van de coating lijn, of te wel een te laag gespoten aantal m^2 per bedrijfsuur.

In de probleemkluwe van figuur 3.1 is te zien dat er door middel van de interviews met de diverse medewerkers van Ulamo vier groepen onderliggende oorzaken geïdentificeerd zijn. Deze 'oorzaakgroepen' zullen we eerst toelichten.

- 1) In de 'oorzaakgroep' linksonder van de hoofdproblemen is te zien dat de grote productvariëteit waarmee Ulamo Coating te maken heeft deels ten grondslag ligt aan het feit dat de efficiëntie van de ophanging soms niet optimaal is. De verschillende orders variëren enorm in grootte, vorm, materiaal en kleur. Volgens verschillende mensen die betrokken zijn bij de productie, van productieleiders tot de werknemers zelf, leidt de grote variëteit aan producten in grootte en vorm er toe dat de traversen niet altijd optimaal kunnen worden volgehouden. Hierdoor valt het aantal m^2 per traverse lager uit dan gewenst. Door de verschillende vormen en profielen is het volhouden van een traverse vaak net een legpuzzel, maar dan één waarvan de stukjes niet netjes op maat gemaakt zijn.
- 2) Omdat Ulamo steeds batches van verschillende kleuren moet spuiten zijn tussendoor op de spuitcabines kleurwissels nodig. Tijdens een kleurwissel komt het spuitstation stil te liggen, hetgeen weer kan leiden tot een lagere output, zoals te zien in de oorzaakgroep linksboven in de probleemkluwe. Natuurlijk zijn kleurwissels vaak niet te voorkomen, maar wanneer er onnodig veel wissels worden uitgevoerd kan dit ertoe leiden dat één of meerdere spuitstations nodeloos stil komen te liggen. Dit komt het aantal gecoate traversen per bedrijfsuur niet ten goede. Het is volgens de productieleiding dan ook belangrijk in de planning te focussen op het beperken van het aantal kleurwissels. Ook is men van mening dat gekeken kan worden naar de duur van een kleurwissel. Immers kan het onnodig lang stil liggen van een spuitstation ook hierdoor veroorzaakt worden.
- 3) De grote productvariëteit is volgens de mensen binnen Ulamo de belangrijkste oorzaak van het verschil in doorloop- en bewerkingstijden die de traversen hebben bij verschillende stations. Zo kan de doorlooptijd van een traverse met verzinkt staal door de eerste moffeloven wel tot 4 keer zo lang zijn als een traverse met aluminium producten. Hierdoor

kunnen gemakkelijk wachtrijen ontstaan. Wanneer de wachtrij de buffercapaciteit overschrijdt kan dit grote gevolgen hebben voor de gehele productielijn. De output wordt dan negatief beïnvloed. Dit is schematisch weergegeven in de oorzaaksgroep rechtsboven in de figuur 3.1. Ook de bewerkingstijden van het ophangen, afhaken en spuiten zijn afhankelijk van de productsoort die aan de baan hangt. Er is dan ook geen vaste bottleneck aan te wijzen in het spuitproces. Geen van de geïnterviewde medewerkers kon met zekerheid zeggen waar de bottleneck zich onder verschillende omstandigheden precies bevindt.

- 4) In het rode kader rechtsonder de geel gekleurde hoofdproblemen is te zien dat een te lage productiviteit bij het ophangen en afhaken wellicht bijdraagt aan het te lage aantal bewerkte traversen per dag. De leiding van Ulamo is vooral bezorgd om de lange inleertijd op bepaalde werkplekken, waardoor de productiviteit bij uitzendkrachten of onervaren werknemers veel te laag ligt. Het gebrek aan documentatie van standaard procedures zoals ophang- en verpakkingsmethodes of welke haken gebruikt moeten worden voor bepaalde producten wordt het vaakst als mogelijke oorzaak genoemd. Ondanks dat er sprake is van een hoge productvariëteit zijn er toch vaak repeterende orders, die hoogstens wat verschillen in lengte of aantal. Deze orders worden door de werknemers herkend en men handelt vervolgens vrijwel uitsluitend op basis van ervaring. Omdat het grootste deel van de werknemers al zeer lange tijd werkzaam is bij het bedrijf is er blijkbaar geen behoefte aan het vastleggen van standaard werkwijzen. Dit gebrek aan documentatie kan echter een probleem vormen wanneer men bijvoorbeeld in periodes van grote bedrijfsdrukke wil opschalen, daarbij gebruik makend van extra onervaren werknemers of uitzendkrachten.

Nu we beschreven hebben hoe en waarom de geïdentificeerde onderliggende oorzaken volgens de diverse geïnterviewde medewerkers leiden tot de genoemde hoofdproblemen kunnen we in de volgende paragraaf verder gaan met het afbakenen van het onderzoek en het formuleren van onderzoeksvragen.

3.4. Afbakening en onderzoeksvragen

Zoals te zien in de probleemkluwe hebben we vier 'probleemgroepen' geïdentificeerd. Van elk van deze vier groepen zullen we in deze paragraaf bekijken of en hoe deze groepen kunnen worden omgezet in relevante onderzoeksrichtingen met bijbehorende concrete onderzoeksvragen. In ons achterhoofd houden we natuurlijk altijd het hoofddoel van het onderzoek. Uiteindelijk dienen alle aan te dragen oplossingen bij te dragen aan een verhoging van het aantal gespoten vierkante meters per bedrijfsuur. De hoofdonderzoeksvraag van deze thesis luidt dan ook als volgt:

Hoe kan het aantal gespoten vierkante meters per bedrijfsuur bij de coating lijn van Ulamo Coating locatie Riezenweg worden verhoogd?

De eerste stap om deze hoofdvraag te kunnen beantwoorden is zoals gezegd het dieper in te gaan op de in vier de probleemkluwe gevonden 'probleemgroepen'.

- 1) De in de ogen van de directie niet optimale ophang efficiëntie bij de ophangstations en het daardoor te lage aantal vierkante meters spuitoppervlak per traverse wordt volgens de diverse geïnterviewde hoofdzakelijk veroorzaakt door de grote variëteit aan producten waarmee Ulamo Coating iedere dag te maken krijgt. Hierop heeft het bedrijf slechts beperkte invloed. Flexibiliteit om producten van alle soorten en maten (zetwerk, plaatwerk, profielen, kleine onderdelen etc.) te poedercoaten is naast kwaliteit een van de belangrijkste orde winnende speerpunten van het bedrijf. Bij het maken van deze strategische keuze neemt het men het dan ook voor lief dat men bij tijd en wijle met deze 'puzzel-problematiek' waarbij traversen niet altijd optimaal vol gehangen kunnen worden te maken krijgt. Wellicht zou door het vastleggen van bestaande en het actief zoeken naar nieuwe efficiëntere ophangmethodes het aantal vierkante meters per traverse nog verhoogd kunnen worden, maar met het oog op de beperkte tijd waarin deze thesis voltooid dient te zijn is er in overleg voor gekozen deze onderzoeksrichting te laten vallen en ons in dit onderzoek te focussen op de overige drie richtingen.
- 2) De eerste onderzoeksrichting waar we ons in dit onderzoek wel op zullen focussen is die van de kleurwissels bij Ulamo. Onder een kleurwissel wordt verstaan de reeks van handelingen die moet worden verricht om van het bespuiten van een batch traversen met kleur a over te schakelen naar het spuiten van een batch traversen met kleur b. Onder deze handelingen vallen onder andere het verwisselen van het poeder en het schoonmaken van de spuitcabine. Overleg met de productiemanager en de spuiters leert ons dat vooral de kleurwissel op spuitcabine 2 in het kader van deze onderzoeksrichting interessant is. Op spuitcabine 1 worden enkel de primer laag van tweelaags te coaten producten gespoten en omdat deze primer voor alle kleur hetzelfde is vinden op dit station geen kleurwissels plaats. Op spuitstation 3 wordt slechts 20% van alle traversen gespoten. Omdat verwacht wordt dat een efficiëntieverbetering van de kleurwissel op spuitcabine 2 het grootste effect op ons hoofddoel van verhoogde output zal sorteren luidt de onderzoeksvraag behorende bij dit onderzoeksgebied dan ook als volgt:

Hoe kan het verlies in productietijd op spuitstation 2 veroorzaakt door kleurwissels beperkt worden?

In een later stadium zullen we geschikte theorie zoeken om deze onderzoeksvraag te helpen beantwoorden.

- 3) Opstoppingen, wachtrijen en gebrek aan goede doorstroming binnen de coating lijn leiden ertoe dat sommige stations soms onnodig stil komen te liggen, bijvoorbeeld wanneer buffers voor of na een station respectievelijk leeg of vol zijn. Volgens de geïnterviewde werknemers is goede doorstroming moeilijk te plannen omdat traversen verschillende bewerkingstijden bij verschillende stations hebben. Dit kan bijvoorbeeld veroorzaakt worden door het type product dat aan een traverse hangt of de materiaalsoort. Waar de bottleneck in het proces zich bevindt is ook niet geheel duidelijk. Wellicht kan door meer flow en ritme aan te brengen binnen de coating lijn en door enkele globale planningsregels explicieter te maken de output van de lijn verhoogd worden. De bijbehorende onderzoeksvraag luidt nu als volgt:

Hoe kan de flow binnen de geautomatiseerde Coating Lijn (locatie RW) dusdanig gestroomlijnd worden dat de output wordt verhoogd?

Ook hier zullen we straks eerst relevante theorie zoeken teneinde het beantwoorden van de bovenstaande onderzoeksvraag te vergemakkelijken.

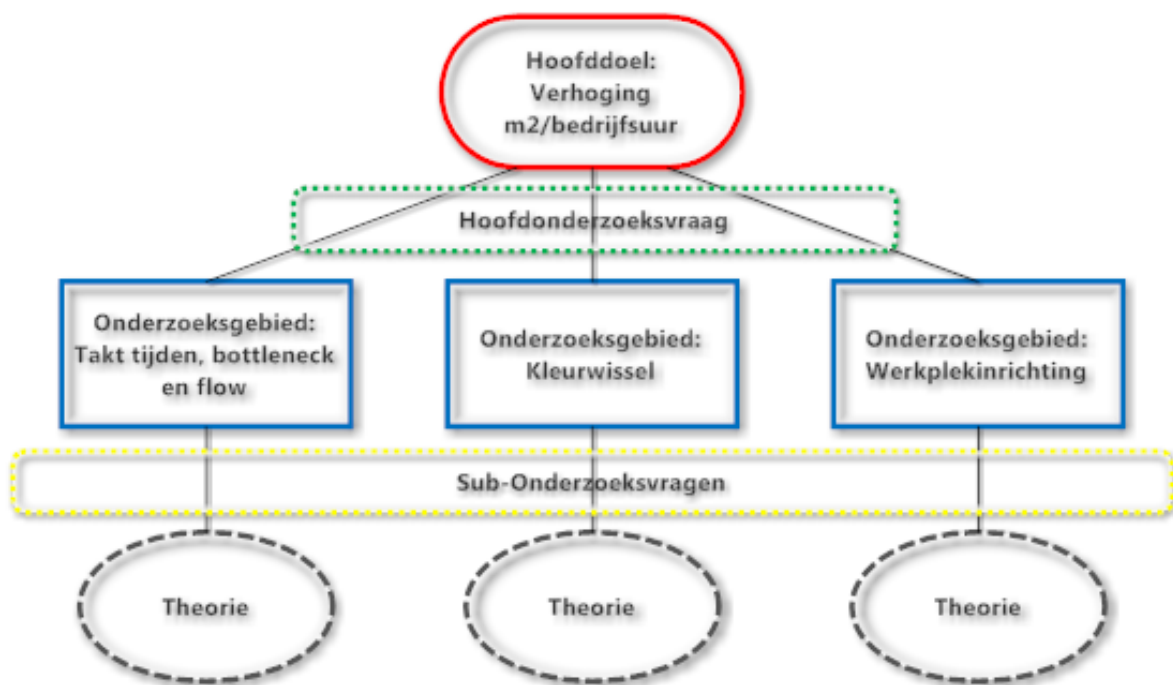
- 4) Het laatste onderzoeksgebied tot slot behelst het probleem van de gebrekkige documentatie en structurering van diverse werkwijzen rondom het coating proces. Hierdoor daalt volgens de leiding van Ulamo de productiviteit, voornamelijk bij de ophang- en afhaal stations. Het gaat dan met name om de productiviteit van relatief onervaren werknemers en/of uitzendkrachten. De directie van Ulamo vindt het dan ook wenselijk om met behulp van het structureren en documenteren van werkwijzen waar efficiënter gewerkt kan worden en met een korte inleertijd. Ook hier zullen we in de loop van het onderzoek naar kijken. De onderzoeksvraag die hierbij van toepassing is luidt als volgt:

Hoe kunnen er bij Ulamo Coating efficiënte werkplekken gecreëerd worden met korte inleertijd?

Met een 'efficiënte werkplek' wordt in deze bedoeld een nette werkplek waar procedures

duidelijk zijn en waar tijd die 'verspilt' wordt aan handelingen die niet direct waarde toevoegen voor het bedrijf zo veel mogelijk geëlimineerd worden.

We hebben nu drie onderzoeksgebieden met bijbehorende sub-onderzoeksvragen afgebakend voor deze thesis. Het onderzoeken van deze gebieden en de beantwoording van deze vragen moeten allen bijdragen aan het halen van het vooraf gestelde hoofddoel, te weten het verhogen van het aantal gespoten vierkante meters per uur. Nu is het zaak om relevante theorie te koppelen aan de gekozen onderzoeksgebieden. Schematisch ziet de samenhang tussen hoofddoel, onderzoeksgebieden en –vragen en de theorie er nu als volgt uit:



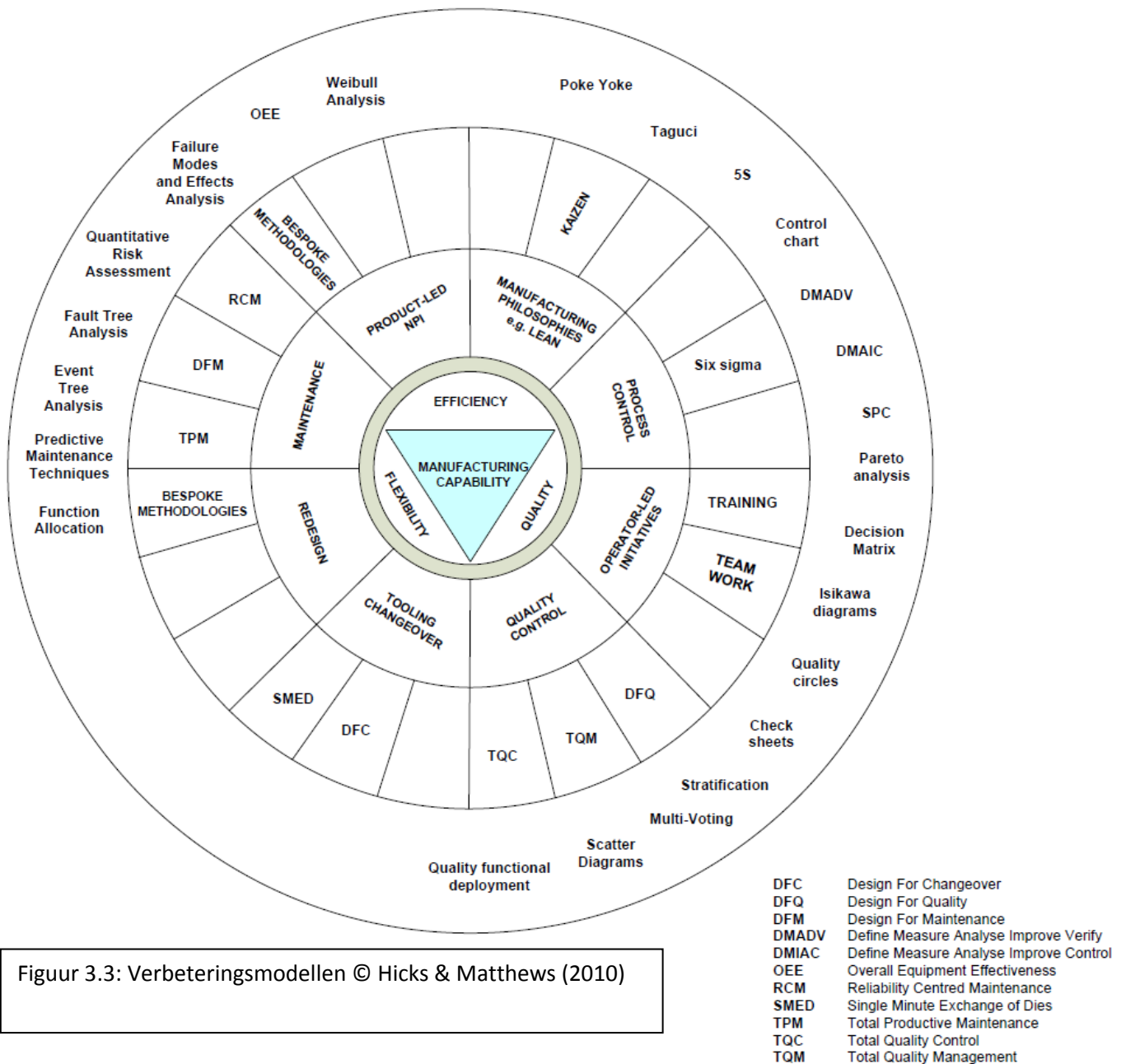
Figuur 3.2: Samenhang onderzoeksgebieden

3.5. Theoretisch Kader

Nu we de onderzoeksgebieden en –vragen gedefinieerd hebben is het zaak ondersteunende literatuur te vinden. In de desbetreffende hoofdstukken kunnen de gevonden wetenschappelijke theorieën dan uiteengezet en toegepast worden op de praktijk van de problemen bij Ulamo Coating om zo op een gestructureerde manier antwoord op de hiervoor opgestelde onderzoeksvragen te krijgen.

Hicks & Matthews (2010) geeft ons een uitgebreid en gestructureerd overzicht van diverse gangbare theorieën en modellen die in de praktijk veel worden toegepast om verbeterprocessen binnen bedrijven door te voeren. Als basis oplossingsrichtingen voor verbeteringen zijn genomen kwaliteit,

flexibiliteit en efficiëntie. Met het oog op dit onderzoek zijn vooral de laatste twee interessant, omdat het streven van Ulamo is om haar flexibiliteit te behouden en haar interne efficiëntie te verbeteren. Per categorie geven Hicks en Matthews ons vervolgens diverse verbetermethodieken, die door hen handig in een overzicht zijn geplaatst in het onderstaande figuur.



Figuur 3.3: Verbeteringsmodellen © Hicks & Matthews (2010)

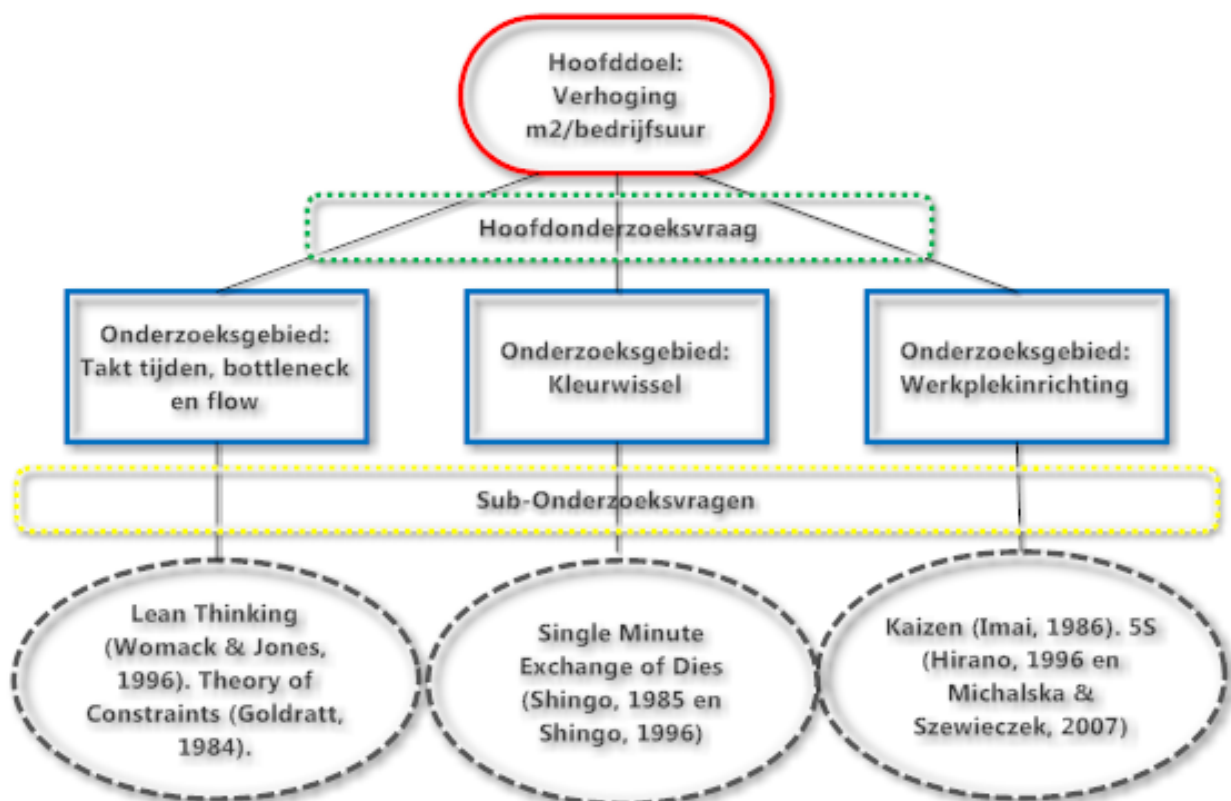
Wanneer we kijken naar het 'efficiency' gedeelte van de figuur springen meteen de diverse lean-gerelateerde methodieken in het oog. Lean Manufacturing is een bedrijfsfilosofie die de focus legt op flow in de productie en het elimineren van handelingen die geen waarde toevoegen (Factory Phisycs, p. 171). Wat betreft het elimineren van overbodige handelingen zijn methoden zoals Poké Yoke,

Kaizen (Imai, 1986) en 5S (Hirano, 1996 en Michalska & Szewieczek, 2007) goed te gebruiken. Deze methodieken kunnen in dit onderzoek goed van pas komen bij het onderzoeksgebied van het inrichten van de werkplek.

Wanneer we denken aan het onderzoeksgebied van de kleurwissel springt in figuur 3.3 meteen de categorie ‘tooling changeover’ in het oog. De twee methodieken die hierbij gegeven worden zijn SMED (Single Minute Exchange of Dies) en DFC (Design For Changeover). Vooral over die eerste theorie is veel interessante literatuur te vinden (Shingo, 1985 en Shingo, 1996) die wellicht goed toe te passen is op de situatie bij Ulamo. Hierover meer in hoofdstuk 5.

Nu rest ons alleen nog het onderzoeksgebied omtrent doorstroming en flowproductie. Ook deze categorie hoort gevoelsmatig thuis bij de Lean Methodieken. Factory Physics verwijst ons wanneer het gaat over Lean Production door naar Womack & Jones (1996) en hun boek ‘Lean Thinking’ (Factory Phisycs, p. 171) en wat bottlenecks betreft naar Goldratt (1984) en zijn ‘Theory of Constraints’ (Factory Phisycs, p. 528).

Met de gevonden theorieën kunnen we ons schema uit figuur 3.2 nu aanvullen zodat we in de volgende hoofdstukken aan de slag kunnen met het beantwoorden van de diverse onderzoeksvragen. De precieze inhoud van de methodieken zal uiteraard in een later stadium verder toegelicht worden.



Figuur 3.4: Samenhang onderzoeksgebieden + relevante literatuur

3.6. Onderzoeksmethode

Nu de onderzoeksvragen zijn vastgesteld en de bijbehorende relevante literatuur is geselecteerd zal in deze paragraaf stil gestaan worden bij de gehanteerde onderzoeksmethode. Per onderzoeksvraag zal worden omschreven hoe er tijdens het onderzoek te werk is gegaan en wat voor methodes zijn gebruikt om de gestelde onderzoeksvraag te beantwoorden.

In de vorige paragraaf hebben we kunnen zien dat we de onderzoeksvraag met betrekking tot de omsteltijd van spuitcabine twee willen gaan onderzoeken aan de hand van de SMED methode. Deze kleurwissel wordt uitgevoerd door het team spuiters dat bij het spuitstation aan het werk is. Meestal zijn dit drie of vier mensen. We zullen deze SMED methode dan ook in samenwerking met deze spuiters, en dan met name de voorman van dit team, uitvoeren. Eerst zullen er met behulp van een camera diverse filmopnamen gemaakt worden van een aantal kleurwissels. Hierna zullen in samenwerking met de spuiters de verschillende deelstappen van de kleurwissel worden geïdentificeerd, waarna vervolgens gezocht kan gaan worden naar verbeterpunten.

Om de tweede onderzoeksvraag, die het stroomlijnen van de flow behelst, goed te kunnen beantwoorden zal er een verbeterteam worden opgericht. Hierin nemen mensen plaats uit verschillende lagen en delen van het bedrijf. Mensen van de Technische Dienst en Productie, maar ook leidinggevenden. Dit team zal eenmaal per week bijeen komen om te brainstormen over mogelijke oplossingen. Ook zal vastgesteld moeten worden waar eventuele knelpunten in het systeem zich bevinden. Hier kan in de verbeterteams ook over gediscussieerd worden, maar het is ook belangrijk om betrouwbare meetgegevens te verkrijgen om zo een zo betrouwbaar mogelijk beeld te krijgen van de huidige situatie en om het effect van eventuele veranderingen te kunnen meten. Het evalueren en eventueel verbeteren van het meetsysteem zal in de verbeterteams dus ook een aandachtspunt zijn.

Tot slot rest er de deelvraag omtrent de werkplekinrichting. De literatuur draagt ons onder andere de 5S methode aan. Met deze methode zullen we dan ook aan de slag gaan. Maar wat misschien nog wel belangrijker is, is dat eventuele veranderingen en verbeteringen gedragen worden door de mensen die er direct mee te maken krijgen. In het geval van de verbeterde werkplekinrichting zijn dit dus de mensen op de werkvloer zelf. In dit specifieke geval zullen dit vooral de mensen zijn die bezig zijn met het ophangen en afhalen. Daarom zullen al deze mensen, door middel van interviews waarin zij zelf kunnen aangeven tegen wat voor problemen ze dagelijks aanlopen en wat volgens hen allemaal beter kan, nauw betrokken worden bij dit verbetertraject. Ook hier zal een verbeterteam worden opgericht dat eenmaal per week bij elkaar komt om de discussiëren over mogelijke

verbeteringen. Hierin zullen de voormannen van het ophangen en afhaken plaats nemen, alsmede de productieiders en de productiemanager.

3.7. Randvoorwaarden

Hoogwaardige kwaliteit van geleverde producten is een belangrijk speerpunt van Ulamo BV en Ulamo Coating. Met grote klanten is vaak een duurzame relatie opgebouwd waarvan kwaliteit, betrouwbaarheid en flexibiliteit de fundamenten zijn. Dit is de kern van de (verkoop)strategie van het bedrijf en komt dan ook sterk terug in haar missie statement. In het kader van dit onderzoek moet hier natuurlijk ten alle tijden rekening mee worden gehouden. Het kan niet zo zijn dat eventuele aanbevelingen die moeten leiden tot een efficiënter coating proces tevens leiden tot verslechtering van de door Ulamo geleverde kwaliteit.

Hiernaast is het ook noodzakelijk er zorg voor te dragen dat overige 'kengetallen' (zie paragraaf [9.1](#)) niet significant verslechteren. Wanneer het bereiken van efficiëntieverbeteringen zoals het verhogen van het aantal traversen per uur gepaard gaat met grote stijging in loon- of energiekosten schiet het onderzoek natuurlijk haar doel voorbij.

Hiernaast heeft de leiding van Ulamo aangegeven dat een verruiming van de levertijd geen optie is. Snelle, betrouwbare levering is een belangrijk order-winnend aspect voor Ulamo en het bedrijf wil niet het risico lopen klanten kwijt te raken door het service level te verlagen. Sterker nog, al het even kan wil Ulamo de levertijd voor grote klanten zelfs verkorten.

4. Stroomlijnen van de Coating Lijn

Hoe kan de flow binnen de geautomatiseerde Coating Lijn (locatie RW) dusdanig gestroomlijnd worden dat de output wordt verhoogd?

Dit hoofdstuk heeft als doel te achterhalen hoe de coating lijn bij Ulamo het best gestroomlijnd kan worden. Nadat wat theorie omtrent stroomlijnen besproken is zal gekeken worden wat de beperkende factoren zijn in het proces en wat voor doelstellingen, bijvoorbeeld qua output, realistisch zijn. Ook kan er, wanneer duidelijker is waardoor opstoppingen in het proces veroorzaakt worden, hier meer rekening gehouden worden in de planning waardoor de doorstroming uiteindelijk verbetert.

Uit initiële interviews is gebleken dat binnen de bedrijfsleiding twijfel bestaat over wat precies de beperkende factoren zijn in het coating proces. Dit komt deels door de complexiteit van het proces en deels door het ontbreken van betrouwbare meetgegevens. Volgens sommigen is de voorbehandeling de grootste beperkende factor, anderen zijn van mening dat output vooral beperkt wordt door de baansnelheid bij het spuiten en het aantal kleurwissels. Ook werkvoorbereiding en de ophang- en afhaalstations worden genoemd. Duidelijk is wel dat de locatie van de bottleneck sterk afhankelijk is van het soort product dat aan de baan hangt.

4.1. Theorie: takt tijden en bottleneck

De volgende informatie is grotendeels afkomstig uit Goldratt (1984), Goldratt (1997) en Womack & Jones (1996).

Het hoofddoel van een flowproductie volgens de Lean filosofie is om te zorgen voor een constante output. Hiernaast is het van belang om te focussen op stappen die waarde toevoegen en onnodige handelingen ('muda' genoemd) te elimineren. Om te zorgen voor een constante output en flow binnen een productielijn zo veel mogelijk te garanderen is het zaak een ritme aan te brengen binnen de gehele productieketen. De verschillende bewerkingsstations zullen hun tempo op elkaar moeten afstemmen. Dit ritme wordt ook wel heartbeat of drumbeat genoemd. Er kan één station worden aangewezen als basis, waarna gekeken wordt hoe de andere werkstations moeten worden aangepast om aan te kunnen haken in datzelfde ritme.

Hierbij spelen takt tijden een grote rol. Een takt tijd is gedefinieerd als de tijd die een werkstation nodig heeft om een volgende unit te produceren en is een combinatie van bewerkingstijd (ook wel doorlooptijd genoemd) en capaciteit.

$$\text{Takt Tijd (sec/traverse)} = \frac{\text{Bewerkingstijd (sec)}}{\text{Capaciteit (traverse)}}$$

Een machine met een bewerkingstijd van 400 seconden per product en een capaciteit van 4 producten kan bijvoorbeeld iedere 100 seconden een product afleveren. De takt tijd is in dit geval 100 seconden.

Binnen een proces met meerdere werkstations is het station met de hoogste takt tijd de bottleneck in het proces. De output van de bottleneck is tevens de maximum output van de gehele lijn. Om een output te bereiken die hoger is dan dit zal gepoogd moeten worden de takt tijd van de bottleneck te verlagen. (*Goldratt, 1984; Goldratt, 1997; Womack & Jones, 1996*)

4.2. Takt tijden en bottleneck binnen Ulamo

Om de bottleneck in het proces vast te stellen is eerst meer informatie nodig over takt tijden, doorlooptijden en capaciteiten van de diverse productiestappen in het spuitproces. De verschillende stations in de coating lijn hebben verschillende takt tijden. Ook zijn er een aantal bufferzones in de lijn opgenomen. In de voorbehandelingsstraat zijn 16 baden, exclusief 2 extra uitlekplaatsen aan het eind van de straat. De traversen zullen aan de hand van de langste takt tijd (meestal 254 seconden) steeds 1 positie worden doorgeschoven.

De droogoven heeft 6 plaatsen en een doorlooptijd die altijd 720 seconden bedraagt. De eerste moffeloven heeft 5 plaatsen en een doorlooptijd die, afhankelijk van de materiaal soort en dikte hiervan varieert van 400 tot 1600 seconden. De tweede moffeloven heeft plaats voor 14 traversen. De doorlooptijden variëren om dezelfde redenen als moffeloven I, in dit geval 1500-2300 seconden. In beide gevallen zal dun aluminium de kortste, en dik verzinkt staal de langste doorlooptijd hebben.

Omdat de traverse al hangende aan de rail, over de lengte door het spuitstation wordt heen gestuurd is spuitsnelheid afhankelijk van de baansnelheid. De baansnelheid kan door de spuiters handmatig worden ingesteld variërend van 1 tot 10 meter per minuut. Bij spuitcabines I en II ligt deze snelheid meestal rond de 3 m/min. De lengte van een traverse bedraagt 750 cm, en de tussenruimte tussen twee traversen komt uit op 80 cm. Dit brengt de totale lengte op 830 cm, zodat de takt tijd van een traverse bij deze spuitcabine die op 3 m/min draait 166 seconden bedraagt. Echter wordt de baansnelheid bij 'moeilijke' producten (producten waar veel en/of onder lastige hoeken moet worden bijgespoten) vaak lager gezet. Baansnelheden van 2 of 1,5 m/min zijn niet ongewoon. Bij spuitcabine III worden vaak bewust kleine partijen of aparte kleuren gespoten. De baan wordt hier ook regelmatig stilgezet om beter bij te kunnen spuiten. Soms wordt hier zelfs volledig handmatig gespoten. De gemiddelde baansnelheid ligt hier dan dus ook lager.

Station	Capaciteit (# traversen)	Doorlooptijd (sec)	Takt Tijd (sec)
Voorbehandeling	16	4046	254
Droogoven	6	720	120
Spuitscabine I	1	166-332	166-332
Moffeloven I	5	400-1600	80-320
Spuitscabine II	1	166-332	166-332
Moffeloven II	14	1500-2300	107-164

Figuur 4.1: Capaciteit en Doorlooptijd

Wat verder opvalt is dat de capaciteit van moffeloven I dusdanig laag is dat wanneer er veel 2-laags producten met een lange moffeltijd (bv. verzinkt staal) achter elkaar geproduceerd worden dit station een remmende werking heeft op het proces. 2300 seconden gedeeld door een capaciteit van 5 geeft een takt tijd van 460 seconden, ruim meer dan de 254 van de voorbehandeling. Om te voorkomen dat hierdoor de boel 'vast loopt', worden er dan ook nooit grote hoeveelheden tweelaags verzinkt staal achter elkaar het proces in gestuurd.

Ook met de ophang- en afhaal stations moeten rekening gehouden worden als het gaat om de bottleneck. De tijd die het duurt om een traverse vol te hangen of af te halen is erg afhankelijk van het soort product en varieert dus sterk. Echter zijn er bij deze stations wel bufferzones om dit op te vangen. Op het ophangen en afhalen zullen we later verder ingaan.

Geconcludeerd kan worden dat in de coating lijn van Ulamo geen sprake is van één vaste bottleneck. In plaats daarvan verschuift de bottleneck constant tussen verschillende stations. Grofweg kan gesteld worden dat de voorbehandeling bottleneck is (takt tijd 254 sec) zolang de baansnelheid bij de spuitstations, ook rekening houdend met kleurwissels, hoog genoeg is. Bij 'moeilijke' producten gaat de baansnelheid bij het spuiten drastisch omlaag waardoor dit de bottleneck in het proces wordt. We zullen hier dieper op ingaan in paragraaf 4.4.

We zullen ook nog moeten kijken hoe de takt tijden van de ophang en afhaal stations zich gedragen bij verschillende moeilijkheidsgraden. Eerst is het daarom zaak om meer gedetailleerde en betrouwbare meetgegevens te verkrijgen. Het huidige meetsysteem bij Ulamo is namelijk nog niet geschikt om bijvoorbeeld bewerkingstijden van individuele traversen bij verschillende stations, zoals bijvoorbeeld het ophang en afhalen, te meten. In de komende paragraaf zullen we daarom eerst een nieuw meetsysteem introduceren alvorens we verder gaan met het stroomlijnen van de coating lijn.

4.3. Het Meetsysteem

Om de coating lijn goed te kunnen monitoren en gefundeerde aanbevelingen ten aanzien van het stroomlijnen van de coating lijn te kunnen doen zijn betrouwbare meetgegevens nodig. Op dit moment houdt Ulamo wel diverse meetgegevens bij, maar deze zijn nog niet gedetailleerd genoeg om alle gewenste informatie boven tafel te krijgen. Zo is het in het huidige systeem bijvoorbeeld nog niet mogelijk om bewerkingstijden van individuele traversen op de verschillende stations te meten. Bijvoorbeeld bij het ophangen, afhalen of spuiten. Men is zich er binnen het bedrijf terdege van bewust het ene product moeilijker op te hangen is dan het andere en dat verschillende producten met verschillende baansnelheden gespoten worden naargelang moeilijkheidsgraad en personeelsbezetting, maar zonder betrouwbare gegevens zijn deze vermoedens moeilijk kwantificeerbaar.

4.3.1. Het huidige systeem

In het huidige meetsysteem worden reeds enkele gegevens bijgehouden. Het gaat dan vooral over data omtrent het spuiten. Zo wordt bijgehouden hoeveel kleurwissels er plaatsvinden bij cabine twee alsmede hoe lang deze duren. Voor een voorbeeld hiervan zie figuur 4.2. Ook wordt er voor cabines twee en drie bijgehouden wanneer er welke kleur gespoten wordt en hoeveel traversen een batch van een bepaalde kleur bevat (figuur 4.3). Tot slot kan dagelijks gekeken worden hoeveel traversen er bij de diverse spuitcabines gespoten zijn (4.4).

Datum	Tijd	Code	Duur Kleurwissel
21.01.13	11:05:49	253	12MIN: 22SEC KLEURWISSELTijd SPUITKABINE 2
21.01.13	11:21:14	253	7MIN: 16SEC KLEURWISSELTijd SPUITKABINE 2
21.01.13	12:42:25	253	25MIN: 16SEC KLEURWISSELTijd SPUITKABINE 2
21.01.13	12:55:40	253	3MIN: 37SEC KLEURWISSELTijd SPUITKABINE 2
21.01.13	13:35:12	253	5MIN: 6SEC KLEURWISSELTijd SPUITKABINE 2
21.01.13	13:52:13	253	5MIN: 41SEC KLEURWISSELTijd SPUITKABINE 2
21.01.13	14:23:41	253	4MIN: 20SEC KLEURWISSELTijd SPUITKABINE 2

Figuur 4.2

Datum	Tijd	# traversen	RAL kleur	station
22.01.13	6:59:45	16	300	cabine 2
22.01.13	11:12:06	53	9006	cabine 2
22.01.13	11:38:04	4	800	cabine 2
22.01.13	11:50:42	2	1013	cabine 2
22.01.13	12:32:02	3	7001	cabine 2
22.01.13	12:49:23	3	9001	cabine 2
22.01.13	13:22:32	7	9010	cabine 2
22.01.13	14:08:51	11	9003	cabine 2
22.01.13	6:08:54	1	100	cabine 3
22.01.13	7:05:13	2	200	cabine 3
22.01.13	8:26:07	3	7024	cabine 3
22.01.13	11:07:03	3	7016	cabine 3
22.01.13	11:29:45	2	9005	cabine 3
22.01.13	12:37:58	3	9005	cabine 3

Figuur 4.3

Datum	Tijd	Code	# traversen, station
21.01.13	15:09:06	239	VANDAAG: 17 TRAVERSEN SPUITKABINE 3
21.01.13	15:09:05	238	VANDAAG: 103 TRAVERSEN SPUITKABINE 2
21.01.13	15:09:05	237	VANDAAG: 20 TRAVERSEN SPUITKABINE 1

Figuur 4.4

Zoals gezegd zouden we graag meer data verzamelen om zo een totaalplaatje te krijgen van de gehele coating lijn. Echter laat het huidige, verouderde systeem het (nog) niet toe om op grote schaal meetgegevens te verzamelen. Metingen moeten namelijk worden weggeschreven, hetgeen enige seconden in beslag neemt. Er kunnen geen meerdere metingen tegelijkertijd worden weggeschreven, dus als twee traversen tegelijkertijd een meetpunt passeren – bijvoorbeeld één bij het spuiten en één bij het ophangen – gaat er één meting verloren. Dit leidt dan tot onvolledige en dus onbruikbare data, wat uiteraard onwenselijk is.

4.3.2. Doel

Met de meetgegevens uit het huidige systeem is het nog niet mogelijk om *“in te zoomen op traverseniveau”*. Het meetsysteem dat wij voor ogen hebben moet dit wel kunnen, zodat per traverse doorlooptijden gemeten kunnen worden. Hieraan gekoppeld kunnen dan worden gegevens zoals programmanummer en kleur. Deze kunnen dan gelinkt worden aan productorders en klanten zodat een beeld geschetst kan worden van welke orders langere doorlooptijden hebben op bepaalde stations. Op deze manier kunnen trends zichtbaar worden; welke klanten, producten of materiaalsoorten zorgen voor de grootste moeilijkheid? Doel is om straks een meetsysteem te krijgen dat bij elk station (afhalen 1+2, voorbehandeling, spuitcabines 1+2+3 en afhalen 1+2) van alle traversen die voorbij komen de traversenummers leest en het bijbehorende programmanummer, die het vervolgens samen met een datum/tijd aanduiding wegschrijft naar een CSV bestand, dat vervolgens eenvoudig is om te zetten in een *Excel file*. Dit nieuwe meetsysteem moet, wanneer geïmplementeerd, zorgen voor een constante stroom data die het fundament moet zijn onder eventuele voorstellen tot verbetering van de flow keten. Wanneer bestaande vermoedens onderbouwd kunnen worden met harde cijfers en deze wellicht gecombineerd worden met nieuwe inzichten neemt de kans op relevante en succesvolle structurele verbeteringen toe.

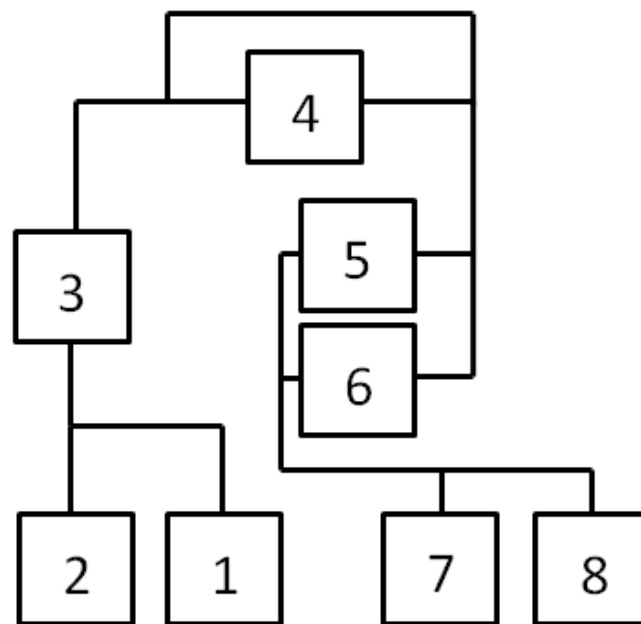
4.3.3. Het nieuwe meetsysteem

Zoals gezegd in sectie [4.3.1](#) is het huidige operations systeem bij Ulamo enigszins verouderd waardoor er een aantal beperkingen zitten aan het opslaan en wegschrijven van metingen. Door de beperkte capaciteit kunnen geen twee metingen tegelijk worden weggeschreven waardoor er bij een ‘dubbele’ meting (twee metingen op hetzelfde moment) gegevens verloren gaan. Als een traverse bijvoorbeeld meetpunt 1 passeert, en op hetzelfde moment passeert een andere traverse meetpunt twee, dan gaat één van de twee metingen verloren. Geschat werd dat het wegschrijven van de gegevens 2 tot 5 seconden in beslag zou nemen. Zoals gezegd in paragraaf [4.3.2](#) hebben we een

nieuw systeem voor ogen, waarbij op 8 plekken metingen worden verricht. Deze acht plekken zijn alle plekken in de coating lijn waar menselijke handelingen verricht moeten worden (twee ophangstations, drie spuitstations en twee afhaalstations) plus de voorbehandeling. Het basisidee is om te kijken of het mogelijk is alle takt tijden af te stemmen op de takt tijd van de voorbehandeling. Dit omdat de voorbehandeling het station is met de hoogste vaste takt tijd.

Uit de eerste tests met het nieuwe door de TD ontworpen meetsysteem, die plaats vonden begin maart, bleek echter dat het aantal fouten (lees: ontbrekende metingen, veroorzaakt door het eerder uitgelegde probleem van 'dubbele metingen') in de data nog onacceptabel hoog was (>10%). In samenwerking met de Technische Dienst zijn toen wat aanpassingen gedaan t.a.v. de wijze van wegschrijven van de metingen. Uit de tweede testfase die daarop volgde bleken de gegevens nu wel betrouwbaar genoeg te zijn.

Zoals gezegd worden er in het nieuwe systeem op 8 punten in het proces metingen gedaan. In de onderstaand figuur en de bijbehorende tabel is te zien op welke punten welke gegevens verzameld worden.



Figuur 4.5: Meetsysteem

Bovenstaand figuur is een schematische weergave van de coating lijn.. In de tabel hierna is af te lezen welke gegevens op welk meetpunt precies gemeten worden.

Te zien is dat bij alle meetpunten naast de datum en het tijdstip ook het traversenummer en het station wordt vastgelegd. Aan de hand van het traversenummer is te zien om welke order het gaat.

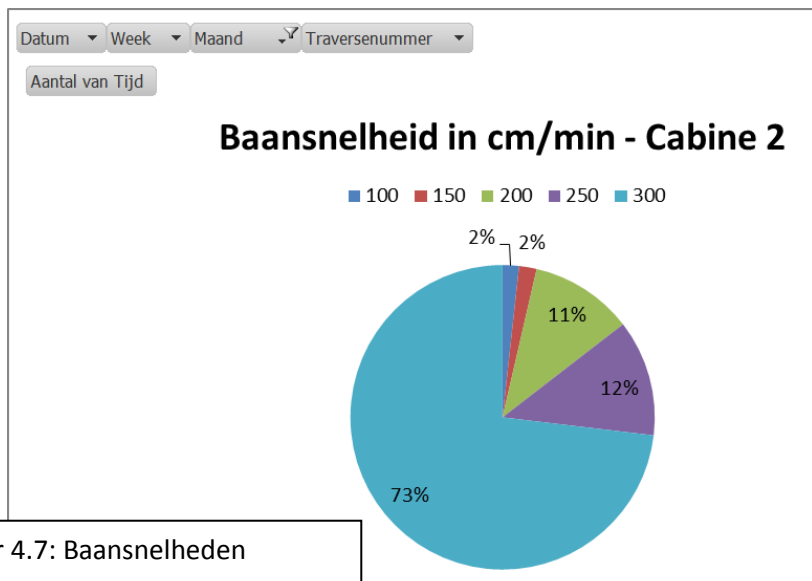
Meetpunt	Station	Gegevens
1	Ophangstation 1	Datum, Tijd, Traversenummer, Programmanummer, Station, Kleur
2	Ophangstation 2	Datum, Tijd, Traversenummer, Programmanummer, Station, Kleur
3	Voorbehandeling	Datum, Tijd, Traversenummer, Programmanummer, Station
4	Spuitcabine 1	Datum, Tijd, Traversenummer, Baansnelheid, Station
5	Spuitcabine 2	Datum, Tijd, Traversenummer, Baansnelheid, Station
6	Spuitcabine 3	Datum, Tijd, Traversenummer, Baansnelheid, Station
7	Afhaalstation 1	Datum, Tijd, Traversenummer, Station
8	Afhaalstation 2	Datum, Tijd, Traversenummer, Station

Figuur 4.6: Meetgegevens

Hiernaast wordt bij het eerste meetpunt (een van de twee ophangstations) tevens het programmanummer en de kleurcode die de traverse meekrijgt genoteerd. Bij de spuitstations is de baansnelheid waarmee gespoten wordt van belang om te weten. Met deze gegevens denken we alle benodigde informatie te kunnen verzamelen. Aan de hand van de datum/tijd code is achteraf relatief eenvoudig te berekenen wat de bewerkingstijden van verschillende traversen op verschillende stations geweest zijn. Alle metingen worden in een CSV bestand weggeschreven en kunnen dagelijks uit het systeem gehaald worden voor analyse.

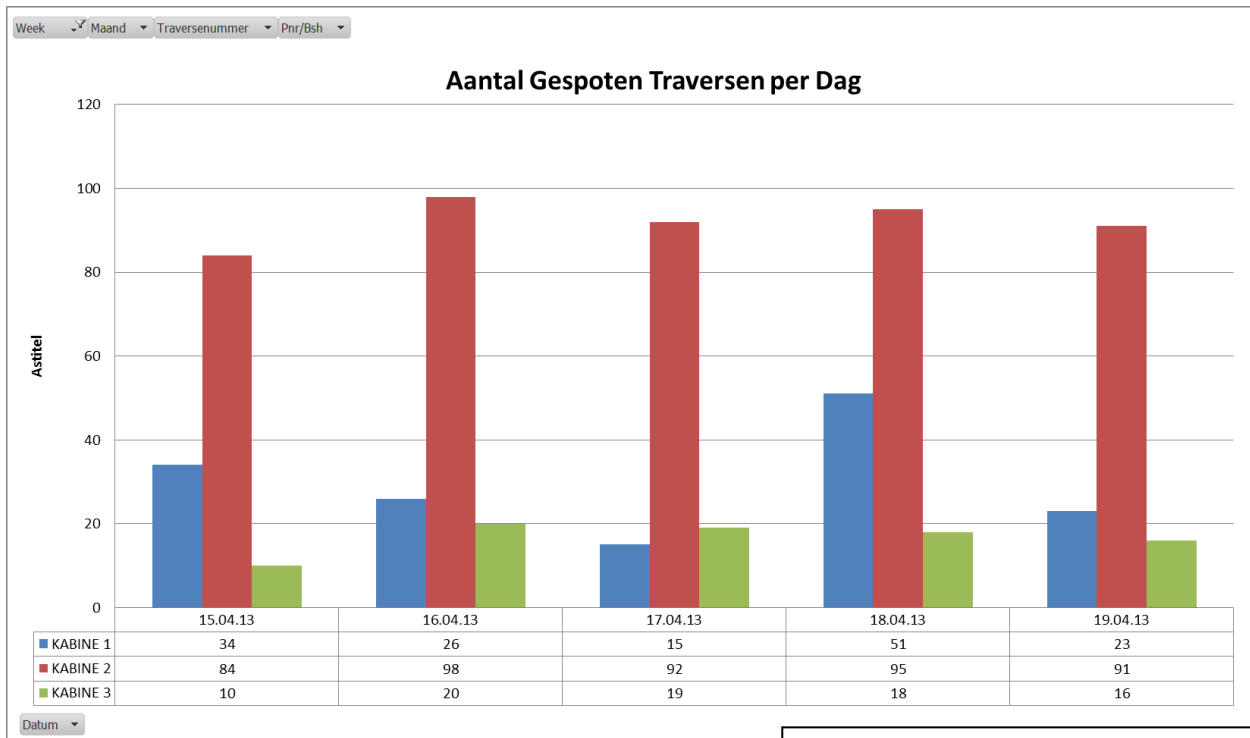
4.3.4. Meetresultaten

Nu we een nieuw meetsysteem hebben opgezet kunnen we op een eenvoudige en visuele manier data verzamelen, presenteren en analyseren. Door het automatisch gegenereerde CSV bestand in te lezen in Excel kunnen eenvoudig draaitabellen en draaigrafieken gegenereerd worden. In simpele dag- week- of maandoverzichten kan precies gezien worden hoeveel traversen er op de diverse stations verwerkt zijn, hoeveel kleurwissels er hebben plaatsgevonden, hoe lang deze duurden en wat de verschillende takt tijden op de diverse stations waren. Om een indruk te geven van de mogelijkheden van het nieuwe meetsysteem volgen hier voorbeelden van een aantal meetresultaten.



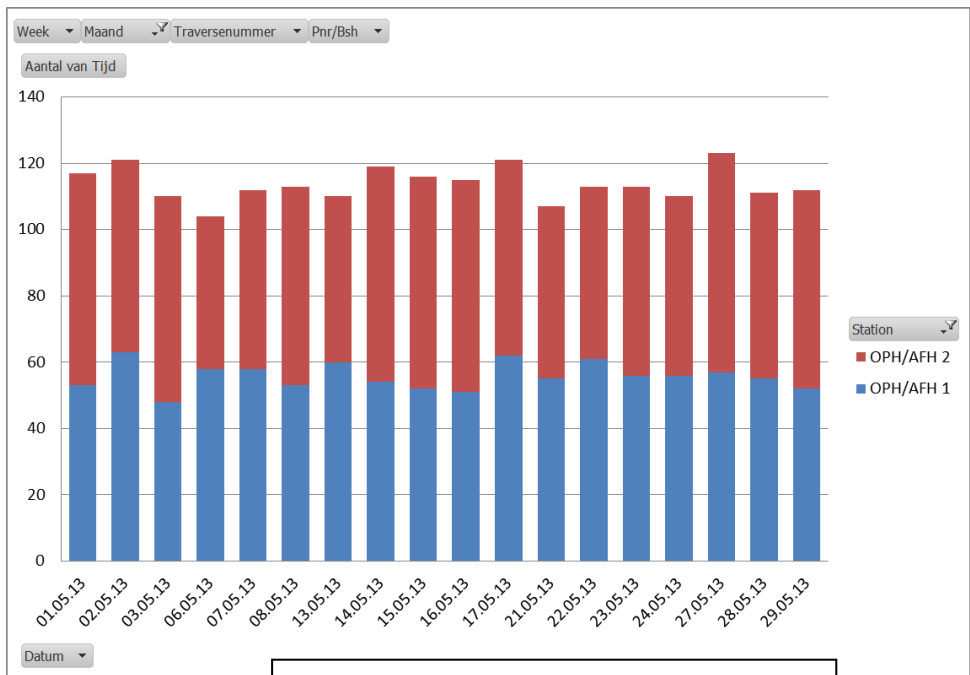
Figuur 4.7: Baansnelheden

Bovenstaand figuur geeft de procentuele verdeling in baansnelheden weer over een bepaalde periode.



Figuur 4.8: Aantal gespoten traversen

Bovenstaand figuur geeft het aantal gespoten traversen per spuitstation in een gegeven week



Figuur 4.9: Aantal opgehangen traversen

Bovenstaand figuur geeft het aantal opgehangen traversen over een gegeven periode

In het afgelopen hoofdstuk hebben we kunnen zien hoe er in de afgelopen tijd een nieuw meetsysteem is geïmplementeerd bij Ulamo. Het oude meetsysteem had niet de gewenste capaciteit om alle benodigde gegevens omtrent doorlooptijden, baansnelheden en aantallen bij de diverse werkstations op een betrouwbare manier te meten. Tevens hebben we kunnen zien dat gegevens uit het nieuwe systeem op een eenvoudige wijze zijn om te zetten in Excel grafieken. Het nieuwe meetsysteem kan nu gebruikt worden om de huidige situatie te monitoren en te analyseren. Ook kan het effect van eventuele in de toekomst doorgevoerde veranderingen gemeten worden.

Deze gegevens kunnen ook behulpzaam zijn bij het stroomlijnen van de coating lijn. Zo kunnen we nu gaan bepalen of het haalbaar is om de bewerkingstijden van de verschillende stations af te stemmen op de takt tijd van de voorbehandeling. We hebben al gezien dat spuitstation 2 en moffeloven 2 deze takt tijd soms niet halen, maar met behulp van de verzamelde gegevens kunnen we nu een betere inschatting maken van hoe vaak dit het geval is en of we dit met behulp van de beschikbare buffers kunnen opvangen. Ook kan gekeken worden of de ophang- en afhaal stations de takt tijd van de voorbehandeling over het algemeen goed kunnen bijbenen.

Nu we een betrouwbaar meetsysteem hebben opgezet kunnen we verder met onze analyse. In het begin van dit hoofdstuk hebben we reeds geconcludeerd dat de bottleneck verschuift tussen de voorbehandeling en het spuiten, afhankelijk van diverse factoren zoals moeilijkheidsgraad van het product, materiaalsoort en batchgrootte. Omdat de voorbehandeling een vaste takt tijd heeft, en de takt tijd bij het spuiten variabel is (conclusie van sectie 4.2), zullen we in de komende paragraaf eerst exact proberen te definiëren wanneer het spuiten de beperkende factor in het proces wordt. We zullen ons hierbij richten op spuitcabine 2, omdat deze cabine in vergelijking met spuitcabines 1 en 3 een hoge bezettingsgraad heeft (Gemiddeld wordt slechts 15-20% van alle traversen gespoten op cabine 3 en slechts 33% is tweelaags en benodigd dus een behandeling op cabine 1. 80-85% van alle traversen wordt gespoten op spuitcabine 2).

4.4. Sputcabine 2

Zoals te zien is geweest in paragraaf 4.2 is de takt tijd bij spuitcabine 2 variabel. Er zijn twee factoren die een directe invloed hebben op de duur van het spuiten, te weten de gehanteerde baansnelheid op het station en het aantal kleurwissels. De baansnelheid wordt door de spuiters zelf bepaald aan de hand van het aantal beschikbare spuiters op het station en de vorm van het te spuiten product. Het aantal kleurwissels wordt uiteraard bepaald door het aantal kleuren dat voor een bepaalde dag is ingepland. De combinatie van beide factoren bepaalt of het spuiten al dan niet een bottleneck in het proces gaat vormen.

4.4.1. Takt tijden bij verschillende baansnelheden

De baansnelheid bij spuitcabine 2 is variabel en kan ingesteld worden van 1 tot 10 meter per minuut. Volgens de spuiters is 3 meter per minuut de meest voorkomende stand en komt de baansnelheid in de praktijk nooit boven de 3,5 m/min. In deze sectie zullen we de verschillende baansnelheden omrekenen naar takt tijden en vervolgens kijken hoe deze zich verhouden tot de takt tijd van de voorbehandeling om zo te achterhalen wanneer dit station een bottleneck zal gaan vormen.

Allereerst dienen we de verschillende baansnelheden dus om te rekenen naar takt tijden. Van de traversen weten we dat deze 7,5 meter lang zijn. Verder hebben we gemeten dat de tussenruimte tussen twee traversen ongeveer 80 centimeter bedraagt. Dit brengt de totale lengte die moet passeren in een takt op 8,3 meter. Voor het gemak zullen we in het vervolg rekenen in centimeters, en dus ook baansnelheden in centimeters per minuut.

Lengte Traverse:	750 cm
Tussenruimte:	80 cm
Totaal:	830 cm

Omrekenen van baansnelheid (in cm/min) naar takt tijd (in min) gaat nu als volgt:

$$\text{Takt tijd (min)} = \frac{830 \text{ (cm)}}{\text{baansnelheid} \left(\frac{\text{cm}}{\text{min}}\right)}$$

Voor de takt tijd in seconden wordt het aantal minuten met zestig vermenigvuldigd.

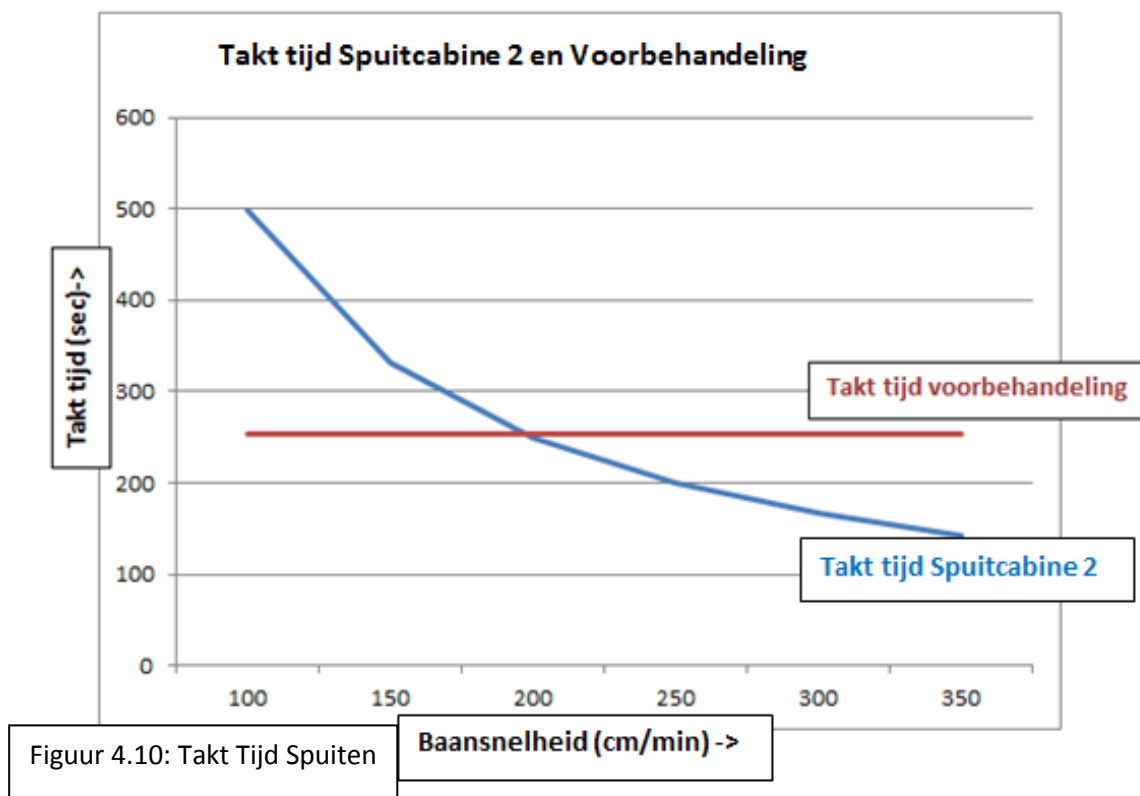
De diverse baansnelheden komen dus overeen met de volgende takt tijden:

Baansnelheid	seconden	minuten
350 cm/min	142 sec	2 min 22 sec
300 cm/min	166 sec	2 min 46 sec
250 cm/min	199 sec	3 min 19 sec
200 cm/min	249 sec	4 min 9 sec
150 cm/min	332 sec	5 min 32 sec
100 cm/min	499 sec	8 min 19 sec

Duur takt voorbehandeling 254 sec

Zoals te zien is in de figuur 4.10 op de volgende pagina ligt het omslagpunt ongeveer bij een baansnelheid van 200 cm/min. Ligt de baansnelheid lager dan 200 cm/min, dan zal de buffer voor de spuitcabine langzaam maar zeker vol lopen en wordt dit station een bottleneck. Bij een hogere baansnelheid loopt spuitcabine 2 harder dan de voorbehandeling. Dit wil echter nog niet zeggen dat dit station dan geen bottleneck in het proces vormt, er moet namelijk ook nog rekening gehouden worden met kleurwissels. Gedurende een kleurwissel ligt de spuitcabine enkele minuten stil. Dit hoeft echter geen probleem te zijn. Wanneer de baansnelheid namelijk gedurende langere tijd hoger ligt dan 200 cm/min kan er tijd worden 'opgebouwd' voor een kleurwissel. Op deze manier kan de tijd die verloren gaat door een kleurwissel worden opgevangen doordat een deel van de tijd traversen sneller gespoten worden dan de takt tijd van de voorbehandeling.

Voorwaarde hiervoor is dan echter wel dat de buffer voor de cabine gevuld moet zijn zodat deze tijdens het spuiten met baansnelheid >200cm/min leeggetrokken kan worden. Tijdens de kleurwissel loopt de buffer dan weer langzaam vol. Bij lage baansnelheden geldt dus het omgekeerde; de buffer voor de cabine moet leeg zijn om te voorkomen dat er opstoppingen ontstaan. De capaciteit van de buffer bepaalt hoe lang deze situatie kan voortduren. Verder is het zo dat deze theorie alleen opgaat bij een beperkt aantal kleurwissels per dag. Hoe deze voorwaarden er precies uitzien zullen we in de komende paragrafen onderzoeken.



Figuur 4.10: Takt Tijd Spuiten

4.4.2. Opbouwtijd Kleurwissel

In de vorige sectie hebben we gezien dat de takt tijd van het spuiten op spuitcabine 2 bij baansnelheden hoger dan 200 cm/min lager ligt dan die van de voorbehandeling. Willen we de takt tijd van de voorbehandeling - met bijbehorende output van 14,2 traversen per uur – aanhouden als basis dan is dit ook nodig omdat spuitcabine 2 ten tijde van een kleurwissel tijdelijk stil komt te staan.

In deze sectie zullen we hier wat dieper op ingaan teneinde een aantal basisregels boven water te krijgen die de planners in hun achterhoofd kunnen houden. Bijvoorbeeld: “bij een baansnelheid van x moet ik minimaal y traversen spuiten alvorens ik genoeg tijd heb opgebouwd voor een kleurwissel”.

Uit voorlopige meetgegevens blijkt dat een kleurwissel gemiddeld 400 seconden in beslag neemt. Voor meer details hierover zie sectie 7.2 uit hoofdstuk 7: SMED Analyse Kleurwissel. Uit dat hoofdstuk blijkt tevens dat er een verschil bestaat tussen ‘moeilijke’ en ‘makkelijke’ kleurwissels. In overleg met de voorman van de spuiters hebben we geschat dat een moeilijke kleurwissel ongeveer een minuut langer duurt dan een gemiddelde kleurwissel. De overige kleurwissels (‘makkelijk’ genoemd) duren ongeveer 380 seconden. Impliciet blijkt dus ook dat er relatief meer makkelijke kleurwissels zijn dan moeilijke. In overleg met de spuiters is geschat dat het in ongeveer 25% van de gevallen een moeilijke wissel betreft.

Duur kleurwissel ¹	gemiddeld	400 sec
	makkelijk	380 sec (schatting)
	moeilijk	460 sec (schatting)

¹ Voor meer details omtrent deze metingen, zie hoofdstuk 7: SMED Analyse

Met deze gegevens kunnen we nu de minimale batchgrootte berekenen die nodig is om tijd op te bouwen voor een kleurwissel. Opgebouwde tijd bij verschillende baansnelheden is zowel weergegeven in een tabel (figuur 4.11) als in een blokschema (figuur 4.12).

Het blokschema dient als volgt gelezen te worden:

In geel is schematisch weergegeven het station ‘voorbehandeling’. Ieder genummerd blokje geeft een traverse weer. De lengte van het blokje geeft de takt tijd aan. In grijs is weergegeven het station ‘spuitcabine 2’ waarbij de baansnelheid op 300 cm/min ligt. De lengte geeft wederom de takt tijd aan. Bij spuitcabine 2 is om de zoveel tijd – afhankelijk van de batchgrootte – een kleurwissel noodzakelijk. Deze kleurwissel kan moeilijk ¹ (rood) of makkelijk ¹ (oranje) zijn.

Het begin van het blokschema gaat uit van een volle buffer voor spuitcabine 2. Omdat de takt tijd van spuitcabine 2 lager ligt dan die van de voorbehandeling loopt de buffer langzaam leeg. Er worden immers meer traversen verwerkt dan dat er nieuw de buffer inlopen. Vergelijk de bovenste grijze rij in het blokschema (A) met de gele rij erboven; te zien is dat er grofweg 3 traversen gespoten worden in de tijd dat twee traversen worden voorbehandeld.

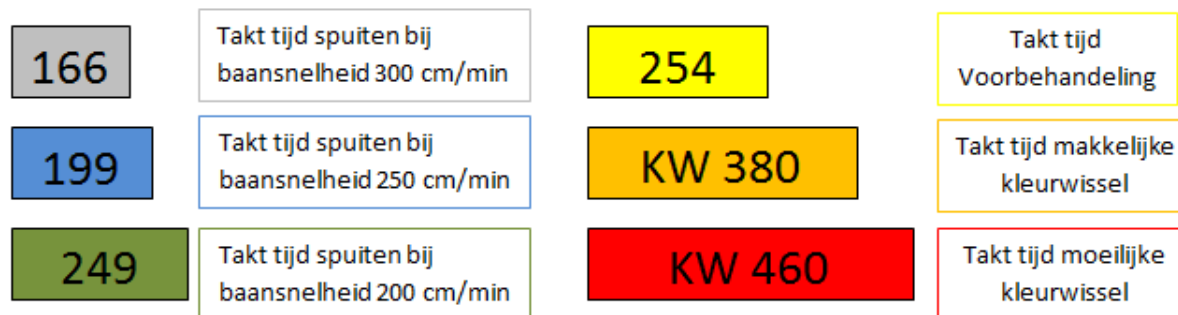
Wat de tabel en het blokschema op de volgende pagina’s nu proberen weer te geven is de minimale batchgrootte die nodig is voordat het spuitstation dusdanig voorloopt op de voorbehandeling (m.a.w. de buffer is zodanig leeggetrokken) dat het spuitstation tijdelijk stilgelegd kan worden voor een moeilijke danwel makkelijke kleurwissel, zonder dat het ritme van de coating lijn verstoord wordt. Herinner dat de takt tijd van de voorbehandeling geldt als basisritme (ook wel drumbeat of heartbeat genoemd) voor de gehele lijn.

Op een zelfde manier wordt een dergelijke analyse uitgevoerd voor situaties waarin het spuitstation draait met een baansnelheid van 250 of 200 cm/minuut.

¹Voor het verschil tussen een moeilijke of makkelijke kleurwissel zie paragraaf 7.5.

# traversen	ontvetter	sputen 300		sputen 250		sputen 200	
0	0	0	0	0	0	0	0
1	254	166	88	199	55	249	5
2	508	332	176	398	110	498	10
3	762	498	264	597	165	747	15
4	1016	664	352	796	220	996	20
5	1270	830	440	995	275	1245	25
6	1524	996	528	1194	330	1494	30
7	1778	1162	616	1393	385	1743	35
8	2032	1328	704	1592	440	1992	40
9	2286	1494	792	1791	495	2241	45
10	0	1660	880	1990	550	2490	50

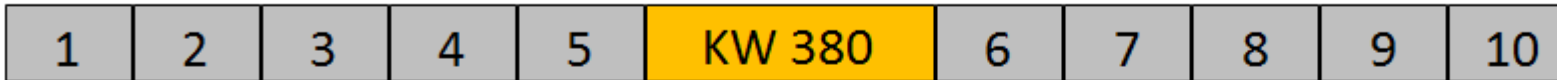
Figuur 4.11: Opbouwtijd Kleurwissel



300 cm/min



A



B



250 cm/min



C



D



200 cm/min



E



Figuur 4.12: Blokschema

Aan de schema's op de vorige pagina's is eenvoudig te zien hoeveel traversen van een batch er bij verschillende baansnelheden nodig zijn om tijd op te bouwen voor een kleurwissel.

Baansnelheid 300 cm/min:	Tijd voor makkelijke kleurwissel na 5 traversen	(A)
	Tijd voor moeilijke kleurwissel na 6 traversen	(B)
Baansnelheid 250 cm/min:	Tijd voor makkelijke kleurwissel na 7 traversen	(C)
	Tijd voor moeilijke kleurwissel na 9 traversen	(D)
Baansnelheid 200 cm/min:	Nauwelijks tijdsopbouw voor kleurwissel mogelijk	(E)

Cabine 3 is hier nog in zijn geheel buiten beschouwing gelaten. Deze cabine kan in beeld komen wanneer er een order mix op de dagplanning staat die niet aan bovenstaande voorwaarden kan voldoen, bijvoorbeeld doordat er te veel kleurwissels nodig zijn of de baansnelheid gemiddeld te laag ligt. In dat geval biedt deze extra spuitcabine uitkomst. Is cabine 3 niet nodig, dan is dit mooi meegenomen. De spuitser die normaliter deze cabine zou bedienen kan in dat geval elders worden ingezet.

4.5. Takt tijd voorbehandeling

Op een gegeven moment werd een vreemde ontdekking gedaan in de meetgegevens die eerder nog niemand opgevallen was. De takt tijd van de voorbehandeling bedroeg volgens de meetgegevens 254 seconden, terwijl deze in theorie slechts 245 seconden zou moeten bedragen. Er is bij de takt tijd van de voorbehandeling namelijk sprake van een behandeltijd van 200 seconden, en er is volgens de Technische Dienst 45 seconden nodig om de gordijnen – die de verschillende chemische baden van elkaar scheiden – te laten zakken, de traversen 1 positie verder te brengen en de gordijnen weer omhoog te halen. Waar dit verschil van 9 seconden vandaan kwam was niet duidelijk.

Allereerst zijn we de takt tijd van de voorbehandeling handmatig gaan nameten. Uit deze handmatige metingen bleek dat de takt tijd inderdaad 254 seconden bedroeg. Er was dus geen spraken van een meetfout in het systeem. Tevens kwam uit de handmatige meting naar voren dat de tijd van het laten zakken en omhoog halen van de gordijnen inderdaad 45 seconden bedroeg, zoals de TD al had aangegeven. De netto behandeltijd die overbleef was dus $254 - 45 = 209$ seconden, terwijl er in theorie maar 200 seconden nodig zijn.

Waar nu zat het verschil tussen deze theoretische 200 seconden en de 209 seconden in de praktijk? Hiervoor moeten we eerst wat gedetailleerder ingaan op de voorbehandeling. Zoals gezegd worden de traversen tijdens de voorbehandeling chemisch bewerkt. Dit gebeurt door ze te benevelen met vloeistof afkomstig uit baden waar de traversen boven hangen. Dit benevelen wordt gedaan door sproeiers die bevestigd zijn aan de eerder genoemde gordijnen die tevens de verschillende baden van elkaar scheiden. Gedurende de behandeltijd van 200 seconden bewegen de gordijnen dan ook op en neer. De gordijnen maken 'slagen' van ongeveer 50 cm om te zorgen dat de sproeiers de gehele traverse bereiken. Met een slag bedoelen we hier een beweging van het gordijn 50 cm omlaag en weer 50 cm omhoog. Eén slag duurt ongeveer 15 seconden. Echter wanneer de behandeltijd van 200 seconden om is, is de 'slag' van het gordijn nog niet af, en hoewel de sproeiers na 200 seconden gewoon uitgaan – de behandeltijd zit er immers op – maken de gordijnen eerst hun slag af alvorens de eergenoemde 45 seconden die nodig zijn om de traversen 1 positie verder te schuiven ingaan. Deze tijd (die blijkbaar 9 seconden bedraagt) is verloren productietijd, er gebeurt immers niets nuttigs. Aangezien de voorbehandeling het grootste gedeelte van de tijd bottleneck is in het proces zijn dit hele kostbare secondes.

In samenwerking met de TD is gezocht naar een oplossing van dit probleem. Dit is gelukt door de amplitude van de slag dusdanig aan te passen dat het aantal slagen precies aansluit op de behandeltijd, m.a.w. wanneer de 200 seconden om zijn, zijn de gordijnen ook precies klaar met hun slag. In de metingen is ook goed te zien dat sinds deze aanpassing gemaakt is, de takt tijd van de voorbehandeling inderdaad is gedaald van 254 naar 245 seconden. Dit lijkt misschien niet veel, maar 9 seconden per traverse levert bij een output van 120 traversen per dag toch 1080 seconden, ofwel 18 minuten productietijd op. Er kunnen nu theoretisch ruim 4 traversen extra per dag worden voorbehandeld.

4.6. Het optimaliseren van de output bij Ulamo Coating

Nu we een beter beeld hebben van de bottlenecks binnen het coating proces kunnen we een beter gefundeerde doelstelling formuleren m.b.t. de output van de coating lijn. We hebben gezien aan welke voorwaarden de planning globaal moet voldoen met betrekking tot het spuiten om een bepaald ritme te kunnen vasthouden. We hebben echter al kunnen zien dat Ulamo Coating geen automobiel fabriek is met vaste producten en doorlooptijden. Ook verschuift de bottleneck soms afhankelijk van het soort product dat gecoat wordt. Toch zullen we in deze paragraaf proberen een aantal basisdoelen schetsen die het bedrijf kan gebruiken bij het inrichten van haar primair proces en het optimaliseren van de output hiervan.

Het einddoel is om de gehele coating lijn af te stemmen op de takt tijd van de voorbehandlingsstraat (245 seconden per traverse) zodat een output van ruim 14 traversen per uur bereikt kan worden. Het doel van deze paragraaf is om te kijken aan welke voorwaarden de planning globaal moet voldoen met betrekking tot het spuiten om deze doelstelling te kunnen halen.

Wanneer we uitgaan van de voorbehandeling als bottleneck in het coating proces, wetende dat deze een takt tijd van 245 seconden heeft, geeft dit ons een maximum output van 14,7 traversen per uur. Immers wanneer er niet meer dan 14,7 traversen per uur kunnen worden voorbehandeld kunnen er gemiddeld genomen ook slechts maximaal zoveel worden gespoten. Om dit aantal te halen zal er echter wel aan een aantal voorwaarden moeten worden voldaan.

We weten dat de planningsvolgorde – het aantal geplande kleurwissels en de mix moeilijk-makkelijk te coaten producten – grote invloed heeft op de doorstroming bij de spuitstations. Zoals we in de vorige paragraaf hebben kunnen zien mag de gemiddelde baansnelheid niet te laag worden. Over het algemeen kan gesteld worden, hoe lager de gemiddelde baansnelheid hoe minder kleurwissels er op een dag mogelijk zijn. Ook moet er gedurende de dag een goede balans zijn tussen moeilijk en gemakkelijk te spuiten producten, om te voorkomen dat buffers vol- of juist leeglopen.

Verder moeten de ophang- en afhaalstations kunnen voldoen aan dit ritme. Te veel moeilijke producten achter elkaar zorgt ervoor dat de takt tijd van het ophangen danwel afhalen hoger wordt dan de 245 seconden van de voorbehandeling. Wanneer dit te vaak achter elkaar gebeurt ontstaan opstoppingen in het proces omdat buffers leeg (bij het ophangen) of vol (bij het afhalen) lopen.

Hiernaast zijn parameters als de verhouding éénlaags/tweelaags coatings, materiaalsoort en ophang en afhaalsnelheid van belang. Het target van 14,7 traversen per uur zal dan ook niet altijd haalbaar zijn aangezien de haalbaarheid afhangt van order mix die er op een bepaalde dag is. Hier heeft Ulamo maar een beperkte invloed op. Echter is het wel zo dat de planners nog een paar troeven achter de hand hebben, kleine orders kunnen namelijk behandeld worden op cabine 3 of op de locatie EW. Ook kan er op een slimme manier gebruik gemaakt worden van de buffers.

Een andere mogelijkheid om de output van de coating lijn te vergroten is het terugbrengen van de takt tijd van de voorbehandeling, die immers het grootste gedeelte van de tijd de bottleneck in het proces vormt. Dit is technisch gezien niet onmogelijk. Het gaat hier om chemische behandelingen, en de benodigde tijd hiervoor is onder meer afhankelijk van temperatuur waaronder de behandeling plaatsvindt en concentratie van de chemicaliën. Behandelen onder een hogere temperatuur of met geconcentreerdere chemicaliën zou de takt tijd in theorie kunnen terugbrengen. Echter moet men de kwaliteit van het proces in dat geval wel scherp in de gaten houden. Ook moet rekening gehouden

worden met stijgende energiekosten in het geval van een hogere behandeltemperatuur en stijgende chemiekosten in het geval van een hogere concentratie.

In dit hoofdstuk is een beeld geschetst van hoe verschillende stations, de voorbehandeling en spuitcabine 2 in het bijzonder, beter op elkaar aangesloten kunnen worden teneinde een betere flow en constantere output te verwezenlijken. Bijvoorbeeld met welke parameters omtrent kleurwissels dient rekening gehouden te worden. Ook hebben we gezien dat de takt tijd van de voorbehandeling met een aantal seconden verlaagd is.

5. SMED Analyse Kleurwissel

Hoe kan het verlies in productietijd op spuitstation 2 veroorzaakt door kleurwissels beperkt worden?

In dit hoofdstuk zullen we kijken of en hoe we de omsteltijd van een kleurwissel kunnen verlagen. Hiervoor zullen we eerst beschrijven wat bedoeld wordt met het begrip 'kleurwissel' en vervolgens kijken we hoe vaak dit fenomeen voorkomt bij Ulamo Coating en hoeveel tijd het in beslag neemt. Hierna zullen we in paragraaf 5.3 het begrip "SMED analyse" introduceren, aan de hand waarvan we vervolgens een analyse zullen maken van de kleurwissel bij Ulamo om zo eventuele verbeterpunten aan het licht te brengen.

5.1. Omstelling Spuitcabine

Wanneer er een batch traversen van een bepaalde kleur gespoten is en er omgeschakeld moet worden naar een andere kleur, moet de spuitcabine enige tijd worden stilgelegd. Naast dat er een nieuwe kleur poeder moet worden klaargezet, worden zowel de spuitcabine als de spuitslangen schoongespoten, zodat er nergens meer poeder achterblijft die de volgende batch kan verontreinigen. Omdat de cabines bij Ulamo Coating werken op poeder terugwinning – poeder dat niet op de producten terecht komt maar bijvoorbeeld op de cabinevloer wordt weggezogen, gefilterd en hergebruikt – moet ook het terugwinningssysteem worden schoongemaakt.

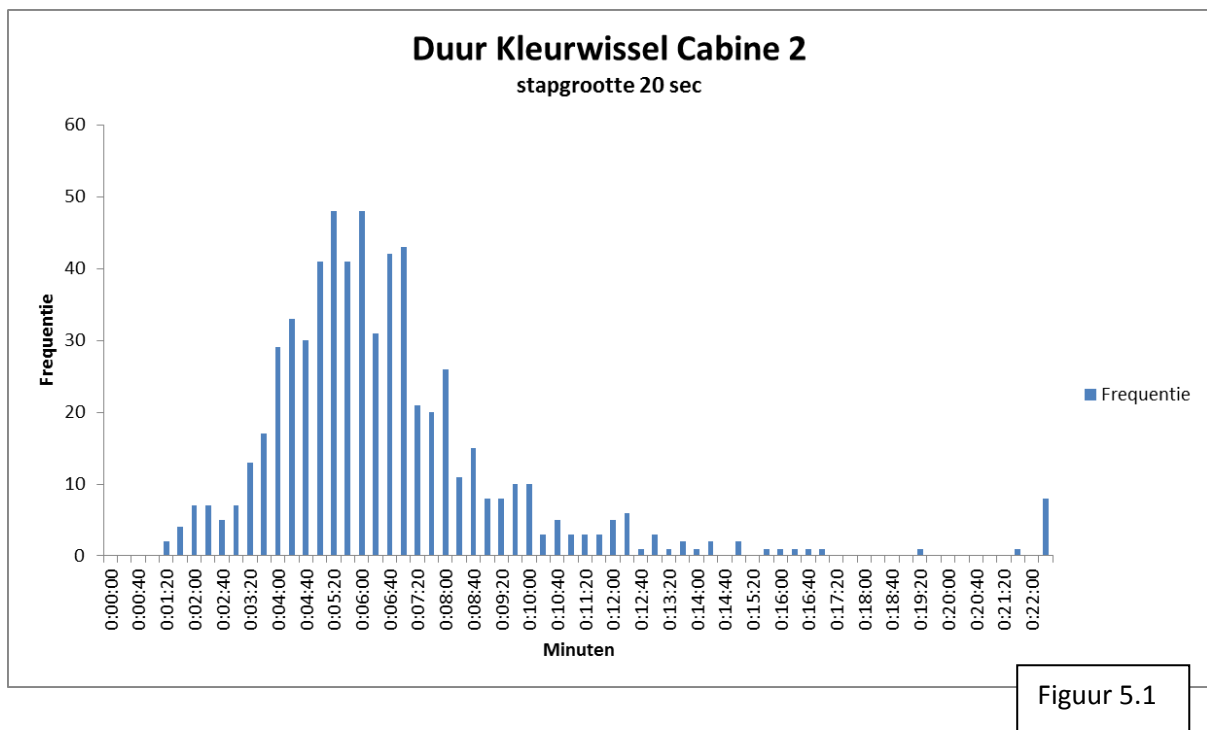
Gedurende deze tijd staat het station in kwestie vanzelfsprekend stil ('idle') en kunnen er geen traversen worden gecoat. Dit is verloren productietijd, en hoewel omstellingen als deze natuurlijk onvermijdelijk zijn wanneer je als bedrijf verschillende kleuren coat en tegelijkertijd hoogwaardige kwaliteit wil leveren zou het kunnen lonen om het complete kleurwisselproces kritisch te analyseren en ten minste te proberen de duur te verkorten teneinde de 'idle time' tot een minimum te beperken.

Een andere manier om de stilstand bij de spuitstations te beperken is het verminderen van het aantal kleurwissels per dag. Dit is iets waar de productieleiding bij Ulamo sinds enkele maanden al kritisch naar kijkt. Zo wordt er op het moment, in tegenstelling tot vroeger, in principe niet meer twee keer op één dag dezelfde kleur gespoten. Ook wordt er dagelijks tijdens het planningsoverleg gekeken of kleine orders met afwijkende kleuren niet beter op de locatie EW gecoat kunnen worden. Uit de meetgegevens van het systeem blijkt dat deze maatregelen al redelijk effect gesorteerd hebben, zo is het gemiddeld aantal kleurwissels per dag (cabine 2+3) gedaald van 21,3 in oktober 2011 naar 15,6 in januari 2012. Voor zover bekend had dit geen significante effecten op de lever- en doorlooptijd.

Mede hierom zullen we ons eerst focussen op het verkorten van de duur van een kleurwissel. De 'SMED' methode (zie paragraaf 5.3) is hiervoor een goede methode die we wellicht (deels) kunnen toepassen in deze situatie.

5.2. Duur Kleurwissel

Tevens is het van belang te weten hoeveel tijd een kleurwissel momenteel in beslag neemt op cabine 2. Wederom zullen we ons focussen op deze cabine vanwege de relatief hoge bezettingsgraad t.o.v. cabine 3. Over een periode van 68 productiedagen zijn 632 kleurwissels geanalyseerd. Hieruit bleek de gemiddelde duur van een kleurwissel 6 minuten en 31 seconden te bedragen, met een standaarddeviatie van 3 min 21. De verdeling ziet er als volgt uit:



Figuur 5.1

Te zien is dat er een verdeling ontstaat die lijkt op een *normaalverdeling*, met de karakteristieke klok vorm. De staart naar rechts is echter langer en 'zwaarder' dan die naar links. De uitschieter aan de rechterkant, met kleurwissels van langer dan 22 minuten, kunnen verklaard worden door storingen en kleurwissels die plaatsvonden direct voor of na een pauze. In dat laatste geval telt het systeem onterecht de pauzetijd op bij de duur van de kleurwissel. Ook is de kleurwisseltijd afhankelijk van factoren zoals batchgrootte en poedersoort, hierover meer in paragraaf 5.5.

5.3. Single Minute Exchange of Die

De SMED methode is ontwikkeld in de jaren '60 door de Japanner Shigeo Shingo, die in die tijd consultant was bij Toyota. Onderstaande informatie is grotendeels afkomstig uit Shingo (1985), Shingo (1989) en Shingo (1996).

SMED staat voor Single Minute Exchange of Die en is een methodiek bedoeld om omsteltijden in productiebedrijven te verminderen. Omsteltijden in deze omgeving hebben vaak te maken met het switchen van het produceren van een batch van product A naar een batch van product B. Hiervoor is het vaak nodig om bepaalde machineonderdelen (de 'die') te vervangen, bijvoorbeeld door het plaatsen van een nieuwe mal.

Naast het vervangen van onderdelen kan een omstelling ook bestaan uit schoonmaakhandelingen. Wanneer er een batch yoghurt moet worden geproduceerd nadat er net yoghurt met vruchtjes is gemaakt, zullen de leidingen eerst goed schoongemaakt moeten worden. Ook kleurwissels zoals die in het spuitproces bij Ulamo regelmatig plaatsvinden zijn omstellingen. Naast dat er een andere kleur poeder moet worden klaargezet moeten de spuitcabine en het poeder terugwin systeem worden schoongemaakt om te voorkomen dat poederverontreiniging optreedt.

Hierbij moet opgemerkt worden dat de ene omstelling niet perse even lang hoeft te duren als de andere. Bij het omschakelen van zoute koekjes naar minder zoute zal grondiger moeten worden schoongemaakt dan andersom. Ook bij Ulamo is dit het geval, sommige kleuren (bijvoorbeeld mat of metallic) zijn moeilijker te verwijderen dan andere. Bovendien kan het uitmaken of er van licht naar donker of van donker naar licht wordt geschakeld.

Shingo stelt dat een dergelijke omstelling nooit meer dan 10 minuten hoeft te duren. De term '*single-minute*' doelt dus op een omsteltijd die in één cijfer uit te drukken is. Om dit te bereiken dient een methodiek gevolgd te worden waarin het omstelproces eerst wordt opgedeeld in kleine stapjes. Voor iedere stap wordt gekeken of deze tijdens de stilstand moet worden uitgevoerd (intern) of daarbuiten (extern). Vervolgens wordt gepoogd zoveel mogelijk 'interne' stappen 'extern' te maken, m.a.w. richt je proces zo in dat zoveel mogelijk handelingen die te maken hebben met de omstelling kunnen worden uitgevoerd terwijl de machine nog draait.

Voorbeeld: voor het halen en klaarzetten van een nieuw machineonderdeel uit het magazijn hoeft de machine niet perse stil te staan. Toch gebeurt dit vaak wel, bijvoorbeeld omdat deze handeling wordt verricht door de machine operator zelf. Wordt het nieuwe onderdeel door een andere medewerker klaargezet, dan kan de machine langer blijven draaien.

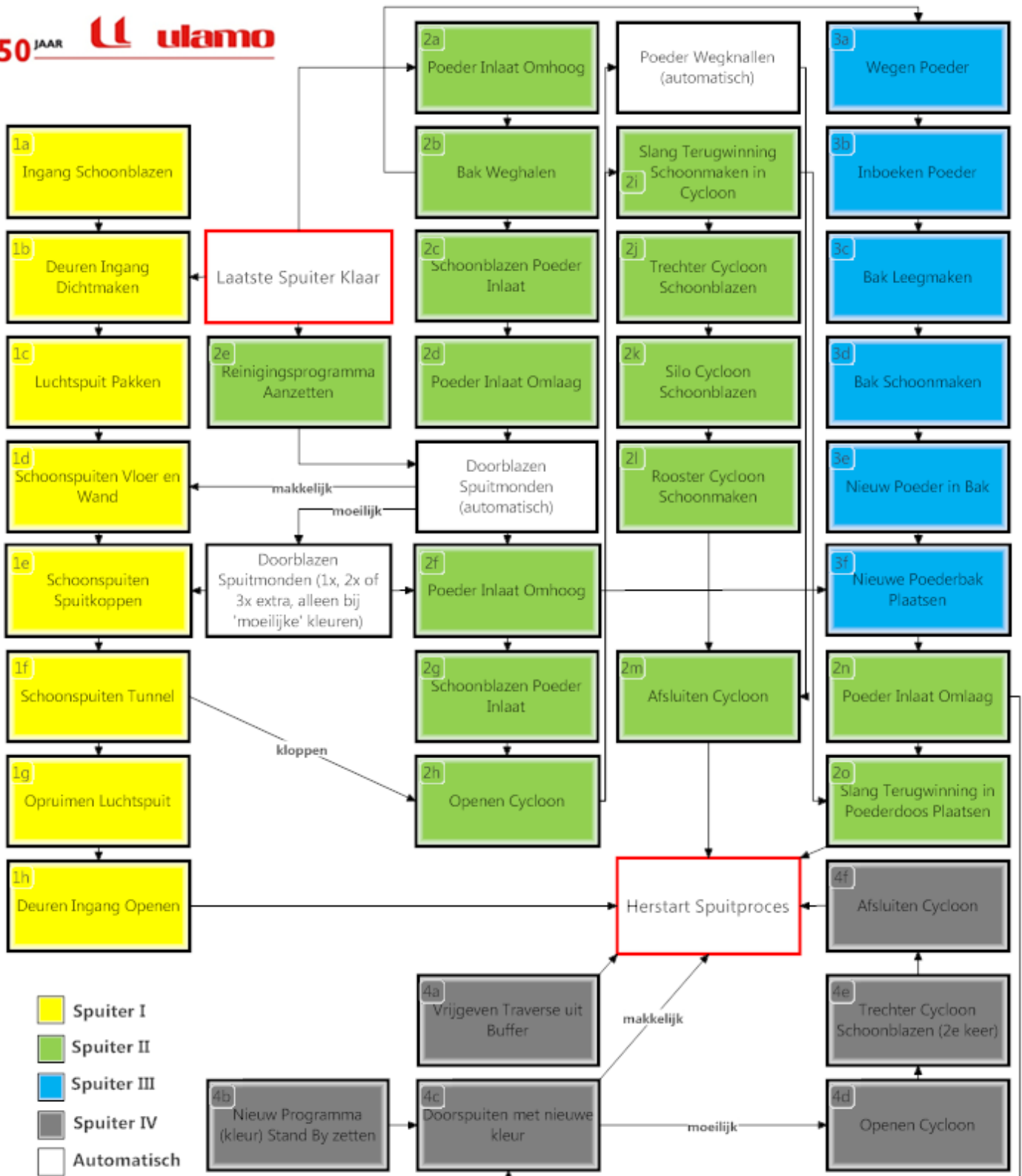
Tenslotte moet het hele proces gestroomlijnd worden. Handelingen kunnen soms worden vereenvoudigd en alle stappen moeten op elkaar worden afgestemd om te zorgen dat het totale proces niet langer duurt dan strikt noodzakelijk. Wanneer dit gebeurd is dient de nieuwe procedure te worden gedocumenteerd om te zorgen dat de verbeteringen structureel worden. (*Shingo 1985; Shingo 1989; Shingo 1996*)

5.4. Stappen Kleurwissel bij Ulamo

Voor deze analyse zullen wij ons focussen op spuitcabine 2. Cabine 1 is in dit verhaal niet relevant omdat alle kleuren dezelfde primer hebben. Een kleurwissel komt op dit station dus niet voor. Gekozen is voor Cabine 2 omdat dit station veruit de hoogste bezettingsgraad heeft. Cabine 3 is geen volwaardige cabine en wordt slechts voor 15-20% van de traversen gebruikt. Kleurwissels op dit station duren weliswaar langer maar hier is ook tijd genoeg voor omdat deze cabine niet de hele dag operationeel is.

Om een goede analyse te kunnen maken zijn we begonnen met het op camera vastleggen van een aantal kleurwissels. Omdat er door verschillende personen op verschillende plekken handelingen worden verricht zijn er vanuit verschillende posities filmpjes gemaakt. Vervolgens hebben we de verschillende deelstappen uit de filmpjes uitgeschreven en in overleg met de spuiters verbeterd en aangevuld. Uiteindelijk zijn deze stappen verwerkt in een *flowchart* (figuur 5.2).

Bij een kleurwissel op cabine 2 zijn meestal vier spuiters betrokken (in figuur 5.2 genoemd spuiters I, II, III en IV). De eerste spuiters is verantwoordelijk voor het schoonmaken van de binnenkant van de cabine. De tweede spuiters focust zich op het schoonspuiten van het poedercentrum en de terugwinningsinstallatie. Spuiters nummer drie zorgt voor het wisselen van de poederbak. Ook zorgt hij voor het wegen en inboeken van het poeder, zodat kan worden vastgesteld hoeveel poeder verbruikt is. De vierde spuiters houdt zich vooral bezig met administratieve handelingen zoals het invullen van de productieorder en het terugmelden van gewerkte uren. Wanneer het een moeilijke kleurwissel betreft kan hij ook bijspringen bij het schoonmaken van de terugwinningsinstallatie. Voor een gedetailleerde weergave van de stappen in de kleurwissel zie figuur 5.2, voor bijbehorende beschrijving zie bijlage sectie 9.3.



Figuur 5.2: Stappen Kleurwissel

5.5. Moeilijke en Makkelijke Kleurwissels

Wat opvalt in bovenstaand in de flowchart van de kleurwissel is dat er een verschil bestaat tussen een 'moeilijke' en een 'makkelijke' kleurwissel. Dit verschil kan door een aantal zaken veroorzaakt worden, te weten:

- het soort poeder dat moet worden verwijderd; metallic of mat kleur zijn plakkerig en daarom moeilijker te verwijderen
- de batchgrootte; hoe groter de voorafgaande batch, hoe meer poeder er in de cabine achterblijft
- de soort kleurovergang die plaatsvindt; bij een overgang van donker naar licht moet grondiger worden schoongemaakt om goede kwaliteit te garanderen
- samenstelling van het poeder; verhoudingen en de aanwezigheid van pigment of metaaldeeltjes hebben invloed op de schoonmaaktijd
- of er al dan niet gespoten wordt op poeder terugwinning

In al deze bovenstaande gevallen komt het erop neer dat de kleurwissel langer duurt simpelweg omdat er extra goed moet worden schoongemaakt. De spuitslangen en de terugwininstallatie worden een aantal keer vaker doorgeblazen en schoongespoten dan bij een makkelijke kleurwissel het geval zou zijn. Dit verklaart ook mede de variatie in kleurwisseltijden die te zien is in figuur 5.1.

Het beperken van het aantal moeilijke kleurwissels is dus een logische eerste stap om de gemiddelde kleurwisseltijd omlaag te brengen. De soort kleurovergang zou kunnen meegenomen worden als planningsparameter met als doel het aantal moeilijke overgangen te verkleinen. Ook zou er, in overleg met de poederleverancier gekeken kunnen worden of er iets gedaan kan worden met de samenstelling van de poeder om de kleverigheid te verminderen, of iets met de binnenkant van de slangen en cabine om plakken te voorkomen.

5.6. Interne en externe handelingen

Wanneer we de deelstappen in het schema als beschreven in de SMED theorie gaan classificeren als intern of extern zien we dat vrijwel alle handelingen intern van aard zijn. Voor vrijwel alle schoonmaakhandelingen dient de baan stopgezet te worden.

Uitzonderingen zijn bijvoorbeeld handelingen 1a t/m 1c, deze kunnen al plaatsvinden voordat de laatste traverse de cabine heeft verlaten. Dit gebeurt dan ook al. Ook het klaarzetten van de doos met nieuw poeder wordt reeds als externe handeling uitgevoerd, waardoor het nieuwe poeder meteen in de bak kan worden gedaan nadat deze is schoongemaakt. De administratieve handelingen m.b.t. invullen van diverse formulieren die spuitser IV verricht zijn niet in het schema opgenomen omdat ze in principe niks te maken hebben met de kleurwissel. Echter zijn deze handelingen wel

belangrijk en kunnen deze enkel tijdens een kleurwissel worden uitgevoerd omdat deze spuiters anders nodig is bij het spuiten zelf.

Converteren van interne handelingen naar externe is in dit proces nauwelijks mogelijk, althans niet zonder dit proces ingrijpend te wijzigen (bijvoorbeeld door niet meer te spuiten op poederterugwinning). Bijna alle handelingen die hiervoor in aanmerking komen buiten de stilstand om gedaan te worden, worden al op deze manier uitgevoerd. Zo wordt er al een begin gemaakt met het schoonblazen van het achterste deel van de cabine voordat de laatste traverse in zijn geheel de cabine heeft verlaten. Dit wijst erop dat men de kleurwissel op deze cabine bij Ulamo aardig onder controle heeft. Dat wil echter niet zeggen dat er geen verbeterpunten te noemen zijn.

5.7. Verbetervoorstellen

Voordat Spuiter I kan beginnen met het schoonmaken van het grootste gedeelte van de binnenkant van de cabine (1d) moet deze wachten totdat de spuitmonden van de robot en de spuitpistolen van de spuiters zijn doorgeblazen. Bij het doorblazen komt het achtergebleven poeder uit de spuitmonden in de cabine terecht, wat het eerder beginnen met schoonblazen van deze cabine zinloos maakt.

Echter kunnen de spuitpistolen van de spuiters op diverse plaatsen in de cabine worden opgehangen. Hiervoor zijn enkele gaten in de zijwanden van de cabine beschikbaar. Wanneer de spuitpistolen zo ver mogelijk achterin de cabine worden gehangen, nabij de spuitrobot, kan de eerste spuiters alvast beginnen met het schoonblazen van de voorste helft van de cabine. Dit kan al bereikt worden door het spuitpistool dat het verst van de robot verwijderd is één positie verder naar achteren op te hangen.

Een tweede verbeterpunt is het moment van vrijgeven van de volgende traverse uit de buffer (handeling 4a). Nu gebeurt dit pas helemaal aan het eind van het kleurwisselproces. Echter moet de traverse dan nog een afstand afleggen voordat deze de cabine daadwerkelijk bereikt. Over dit stuk van de buffer naar de cabine doet de traverse ongeveer 20 seconden. Wanneer de traverse al in een eerder stadium, nog tijdens de kleurwissel, wordt vrijgegeven en vervolgens vlak voor de cabine weer wordt stopgezet, levert dit tijdwinst op.

In termen van de SMED analyse zien we dus dat er op het gebied van stroomlijnen van de stappen dus wel degelijk nog een paar kleine verbeterlagen te maken zijn. Technisch blijkt het vrij eenvoudig om dit te doen – een kwestie van twee knoppen indrukken voor het eerder vrijgeven van de traverse en het verhangen van een spuitpistool – dus staat niets nog in de weg om deze verbetering te implementeren. De duur van handeling 1d wordt op basis van de filmpjes geschat op ongeveer 50

seconden en deze kan door dit verbetervoorstel teruggebracht worden tot ongeveer 40 seconden. Handeling 4a duurt ongeveer 30 seconden en deze stap kan door het eerder vrijgeven van de traverse teruggebracht worden tot ongeveer 10 seconden. In totaal kunnen deze twee verbetervoorstellen samen dus een vermindering van kleurwisseltijd van ongeveer 30 seconden opleveren.

6. Werkplekinrichting

Hoe kunnen er bij Ulamo Coating het best werkplekken worden ingericht met korte inleertijd?

Ulamo heeft, net als andere bedrijven, te maken met een fluctuerende vraag. De bedrijfsdrukke varieert, en daarom is het soms nodig op korte termijn te kunnen opschalen. Hiervoor is het belangrijk dat er werkplekken zijn met een korte inleertijd. Inleenkrachten kunnen zo snel een hoge productiviteit behalen. Een goed ingerichte werkplek is ook in het belang van vaste werknemers van het bedrijf. Dit moet zorgen voor prettig en efficiënt werken, en stimuleert zelfstandigheid omdat niet telkens hulp of advies van leidinggevenden hoeft te worden ingeschakeld. Kortom, de productiviteit van de werknemers wordt hierdoor verhoogd.

In dit hoofdstuk zullen we ons focussen op de ophang- en afhaalstations, omdat deze stations zijn samen met de werkvoorbereiding de meest arbeidsintensieve stations bij Ulamo Coating. Allereerst zullen we beschrijven hoe met behulp van de '5S methode' is geprobeerd meer structuur aan te brengen op diverse werkplekken. Vervolgens zullen er nog een aantal andere procedures die volgens de leiding van Ulamo nog niet optimaal verlopen doorlichten en structureren, bijvoorbeeld de werkwijzen rondom hakenwagens, lege emballage en de dagplanning.

6.1. Structuur Aanbrengen

Door processen en werkwijzen te standaardiseren en te documenteren kunnen niet alleen taken vereenvoudigd worden, ze kunnen ook efficiënter worden uitgevoerd. Bovendien wordt de kans op fouten verminderd en wordt het onderling uitwisselen van werknemers tussen verschillende stations gemakkelijker waardoor de organisatie flexibeler wordt. Ook wordt, zoals eerder aangegeven, opschalen minder problematisch doordat de inleertijd verkort wordt. Documenteren van werkwijzen kan zowel schriftelijk als visueel gebeuren. Vaak werkt dit tweede beter omdat men zo in een oogopslag kan zien wat er op een bepaalde werkplek verwacht wordt. Als eerste stap in dit proces zijn we bij de verschillende werkstations begonnen met het inrichten van de werkplek volgens de '5S' methodiek.

6.1.1. De 5S methodiek

De informatie uit deze paragraaf is voornamelijk afkomstig van Hirano (1996) en Michalska & Szewieczek (2007).

5S is een methodiek om structuur aan te brengen binnen de werkplek. Deze methodiek moet zorgen voor een schone en veilige werkomgeving, waarbij de focus ligt op orde en netheid. Het doel hiervan

is het mogelijk maken van efficiënte en kwalitatief hoogwaardige productie en het minimaliseren van verspilde productietijd, bijvoorbeeld het zoeken naar gereedschappen en dergelijke.

5S is een methodiek die zijn oorsprong vindt in Japan en vijf met een 's' beginnende Japanse termen als grondslag heeft. Naar het Nederlands vertaald zijn deze termen als volgt:

- Scheiden
- Schikken
- Schoonmaken
- Standaardiseren
- Stand Houden

De eerste stap scheiden behelst het opruimen van de werkplek alsmede het weggooien van spullen die overbodig zijn. Over het algemeen geldt de stelregel dat iets weg kan als je het al meer dan een half jaar niet meer hebt gebruikt. Het kan dan misschien zo zijn dat je in een later stadium van één of twee dingen spijt krijgt omdat je ze toch nog nodig gaat hebben, maar het overgrote deel zal niet gemist worden. Met schikken wordt bedoeld het (her)inrichten van de werkplek. Van de diverse hulpmiddelen wordt nagegaan in welke mate je ze gebruikt. Spullen die je dagelijks nodig hebt wil je zo dicht mogelijk bij je hebben, om onnodig lopen te voorkomen. Spullen die je slechts sporadisch gebruikt, bijvoorbeeld maar een paar keer per maand, kunnen gerust wat verder weg opgeborgen worden. Verder is het zaak zo weinig mogelijk spullen op de vloer te hebben om zo stap drie, het schoonmaken, te vereenvoudigen. De vierde stap is het standaardiseren van de in de eerste drie stappen bepaalde werkwijzen. De in stap twee geschikte spullen krijgen een vaste plek die, bijvoorbeeld d.m.v. een foto, visueel wordt vastgelegd. Ook wordt vastgelegd wie wat en op welk moment schoon dient te maken, en wie hier de eindverantwoordelijkheid voor draagt. De vijfde en laatste stap van de 5S methodiek is misschien wel de belangrijkste; het stand houden. Gezorgd moet worden dat de gemaakte afspraken ook daadwerkelijk nagekomen worden en men moet elkaar erop kunnen aanspreken wanneer dit niet het geval is. (Hirano, 1996; Michalska & Szewieczek, 2007).

6.1.2. 5S binnen Ulamo

Binnen Ulamo Coating zijn we bij de afdelingen Ophangen, Afhalen, Spuiten, Werkvoorbereiding en Expeditie aan de slag gegaan met de 5S methodiek. Dit heeft tot een aantal veranderingen geleid. Er hangen nu werkwijzen voor het schoonmaken bij de verschillende afdelingen. Ook hangen er werkwijzen voor schoonmaken en gebruik van de schuurtafel en de heftrucks. Overal in de productiehal zijn plekken aangewezen voor het stallen van mobiele hulpmiddelen zoals poederkarren en schoonmaakwagens. Deze plekken zijn afgetekend d.m.v. een vak op de grond en voorzien van een foto van het betreffende hulpmiddel. Ook is er bij de afdeling ophangen een gereedschapsbord

gemaakt waardoor aan het eind van de dag in één oogopslag kan worden geconstateerd of het gereedschap compleet is. Op verschillende plekken in de fabriek zijn haspels geplaatst om het aantal losliggende (stroom)kabels tot een minimum te reduceren. Om e.e.a. te illustreren volgen hier enkele foto's:



Fig. 6.1

Plaatsen voor mobiele hulpmiddelen aangegeven m.b.v. gele lijnen op de vloer en foto's aan de wand



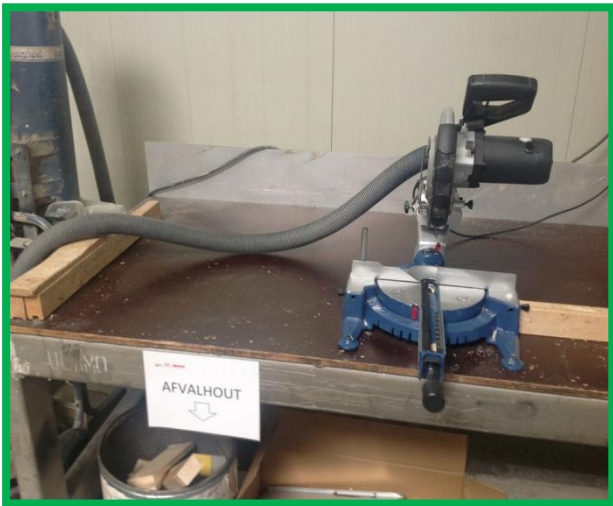
Fig. 6.2



Werktafel afdeling ophangen voor (rood) en na (groen) 5S. Spullen zijn geplaatst in bakken en van de grond gehaald, om het opruimen en schoonmaken te vergemakkelijken.



Fig. 6.3



Schuurtafel: Er is een vaste plek voor afvalhout gecreëerd en aan de muur hangt een werkwijze (niet op foto) voor schoonmaken na gebruik



Een gereedschapsbord verbetert het overzicht en vergemakkelijkt het zoeken naar gereedschap

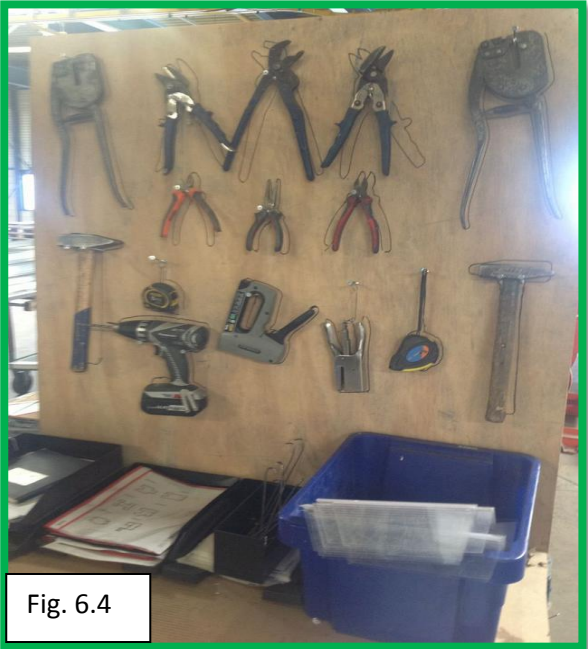


Fig. 6.4

6.2. Hakenwagens

6.2.1. Huidige Situatie

Voor het ophangen van producten aan de traversen beschikt Ulamo Coating over een enorm arsenaal aan haken van verschillende soorten en maten. Deze haken worden bewaard in hakenwagens. Dit zijn grote, mobiele karren waar tot zo'n 200 tot 300 haken in kunnen hangen. Wanneer er een order in de planning staat, moeten de ophangers zorgen dat de juiste hakenwagens in de buurt zijn op het moment dat de order gereed is om opgehangen te worden. Nadat de order bij het afhaalstations weer van de traverse wordt afgehaald plaatsen de afhalers de haken terug in lege karren. Hierbij worden de haken zo veel als mogelijk gesorteerd, maar door de tijdsdruk waarmee de

afhalers soms te maken hebben is dit niet altijd mogelijk. Dit leidt ertoe dat er soms onnodig tijd verspilt wordt aan het zoeken naar de juiste haak.

Wanneer een traverse door de spuitcabine gaat, worden de gebruikte haken meegespoten. Na gebruik zit er dus een laag coating op de haak. Als de laag coating op de haak te dik wordt kan dit negatieve gevolgen hebben voor de aarding van de producten. Bij het poedercoaten worden zowel het poeder in het spuitpistolen als de te coaten producten namelijk elektrisch geladen, met tegengestelde polariteit waardoor het poeder aangetrokken wordt door de producten. Hierdoor wordt het spuiten veel effectiever. Om de kwaliteit van het poedercoaten te waarborgen moet de lak dikte van de haken dus continu gecontroleerd worden. Wanneer een haak een te dikke coating laag heeft kan deze bijgeslepen worden. Als ook dit niet meer gaat, worden de haken naar een ontlakker gestuurd, die de haken chemisch dompelt waardoor alle lak verwijderd wordt.

6.2.2. Problemen omtrent hakenwagens

Er zijn drie problemen met betrekking tot haken, hakenwagens en ontlakking geconstateerd. Ten eerste zijn de haken en hakenwagens niet gecategoriseerd. Ervaren werknemers kunnen weliswaar redelijk snel zien welke haken waar staan en inschatten welke haken nodig zijn om een bepaalde order op te hangen, maar voor minder ervaren werknemers of uitzendkrachten is dit moeilijker. Tijd die verspeld wordt aan het onnodig lang zoeken naar de juiste haak is verloren productietijd voor het ophangstation. Een tweede probleem, dat samenhangt met het hiervoor genoemde, is dat haken soms niet gesorteerd worden teruggehangen in de karren. Dit wordt deels veroorzaakt door de tijdsdruk waaronder de afhalers soms staan en deels door gebrek aan duidelijke structuur. Tot slot is er de ontlakking, die wordt uitgevoerd door een extern bedrijf in België. De haken worden compleet met hakenwagens naar de ontlakker gestuurd. In het ideale geval



Figuur 6.5: Hakenwagen met haken

zou dan de hele kar inclusief haken ondergedompeld en ontlakt worden, maar aangezien de hakenwagens van Ulamo hier te groot voor zijn moeten de haken ter plaatse eerst uit de karren worden gehaald alvorens de haken kunnen worden ontlakt. Nadat de haken zijn ontlakt worden deze soms niet op de juiste karren teruggehangen, waardoor haken bij terugkomst door elkaar heen hangen.

6.2.3. Categoriseren van de haken

De eerste stap in het verbeteren van de processen rondom de haken is het categoriseren. Het idee is dat hakenwagens nog maar gebruikt mogen worden voor 1 soort haak. Eerst zullen we in kaart moeten brengen hoeveel soorten haken en hoeveel haken van elke soort er zijn. We hebben geconstateerd dat er 21 verschillende soorten haken in omloop zijn die in aantal variëren van 50 tot meer dan duizend haken per soort. Van de meeste hakensoorten zijn er drie tot vijfhonderd stuks in omloop.

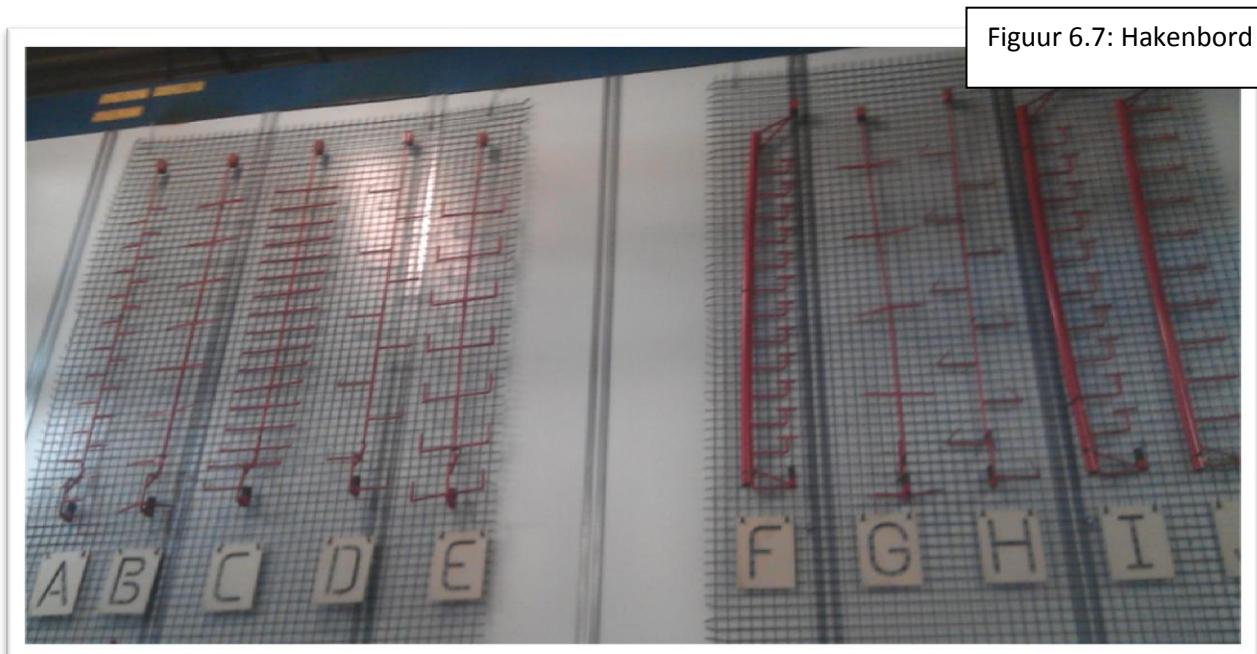
Vervolgens hebben we de verschillende haken gefotografeerd en gekoppeld aan een letter (A t/m U). Alle hakenwagens konden nu voorzien worden van een letter + foto zodat van een afstand duidelijk te zien is welke haak zich in welke kar bevindt, alsmede waar een afgehaalde haak dient te worden terug gehangen.

Hiernaast zal aan de muur van de productiehal een groot bord worden opgehangen waar alle haken en de bijbehorende letters op zijn afgebeeld. Het idee hierachter is dat alle werknemers vanaf hun werkplek



Figuur 6.6: Hakenwagen met letter

zo in een oogopslag kunnen zien welke haak bij welke letter hoort. Vervolgens kan men door de letters die op de hakenwagens bevestigd zijn ook meteen zien waar in de productiehal de haak in kwestie zich bevindt.



Figuur 6.7: Hakenbord

In de toekomst zou het wenselijk zijn om de soort haak die nodig is voor een bepaalde (veel voor komende, repeterende) order vast te leggen in het systeem, zodat foto's en/of letters van te gebruiken haken direct met de productieorder kunnen worden mee geprint. Momenteel wordt onderzocht of het haalbaar is om deze gegevens in het ERP systeem Navision te stoppen.

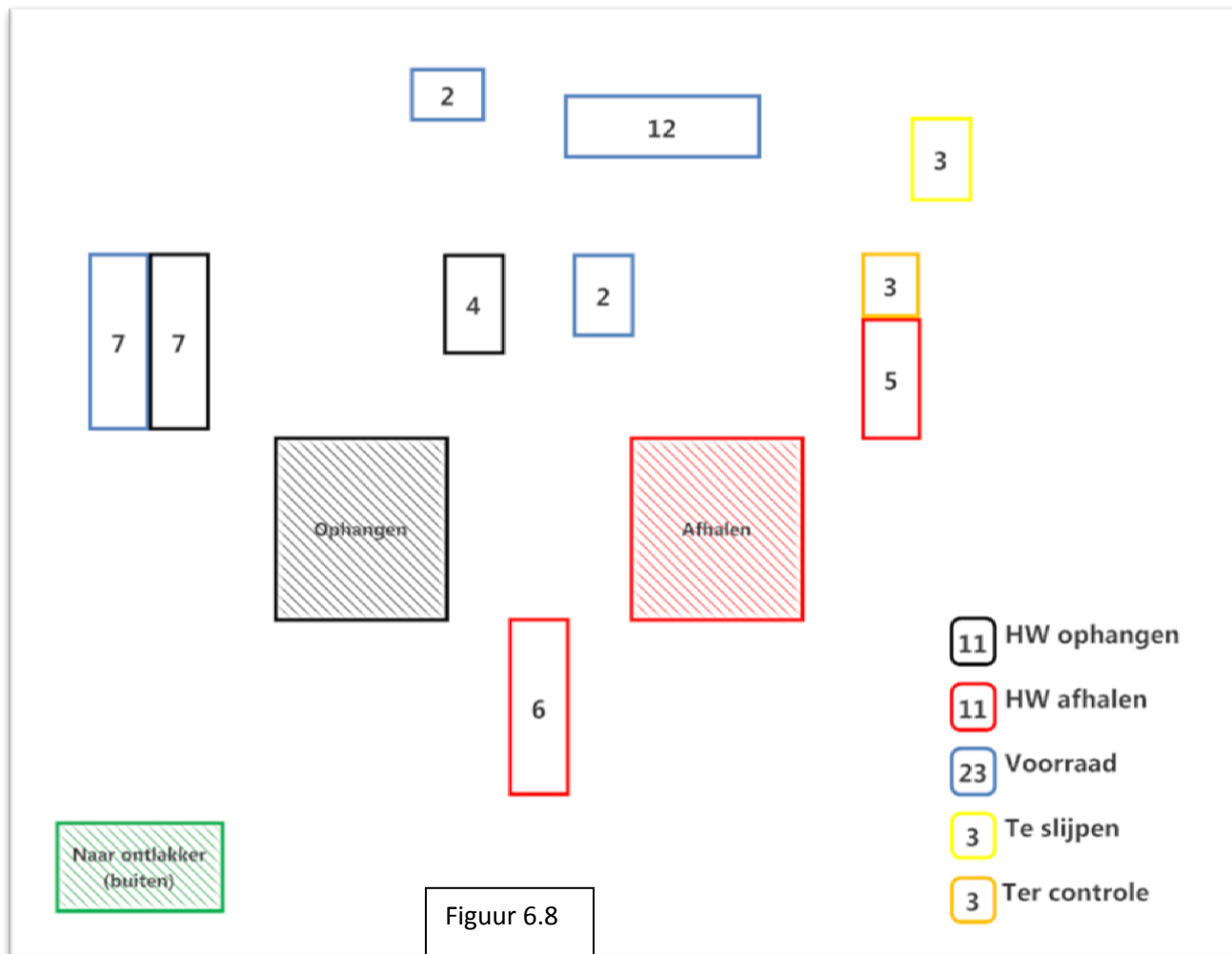
6.2.4. Kleinere karren

Zoals gezegd is de huidige kargrootte van de hakenwagens bij Ulamo op dit moment niet ideaal voor de ontlakker. Omdat de karren te groot zijn om in zijn geheel in het ontlakkingsbad te dompelen moeten de haken eerst van de karren worden afgehaald. Dit kost de ontlakker niet alleen veel tijd, maar omdat de werknemers aldaar niet gewend zijn aan de haken worden deze vaak door elkaar – sommige haken lijken op het eerste oog veel op elkaar en zijn voor een leek soms lastig te onderscheiden – terug in de karren gehangen. Ook komt het regelmatig voor dat de ontlakker het niet voor elkaar krijgt de haken dusdanig efficiënt terug te hangen dat alle haken weer in de kar passen. Dit levert Ulamo ongemak op.

Maar er zijn meer redenen om te overwegen kleinere hakenwagens te gebruiken. In de grotere karren die nu gebruikt worden kunnen zo'n 300 haken hangen. Aangezien er voor elke haaksoort minimaal 2 karren moeten zijn is het voor haken waar er minder dan 600 stuks van zijn niet mogelijk de karren volledig vol te hangen. Hierdoor moeten er nu vaak noodgedwongen meerdere soorten haken in één kar worden gehangen. Wanneer er voor kleinere karren wordt gekozen kan de stelregel "1 kar, 1 haaksoort" pas echt ingevoerd worden. Ook zijn kleinere karren gemakkelijker te verplaatsen. Ulamo is op dit moment bezig met het ontwikkelen van een aantal kleinere testkarren die voldoen aan de voorwaarden van de ontlakker (maximaal 1200 x 1200 mm i.p.v. de huidige 1000 x 2000 mm).

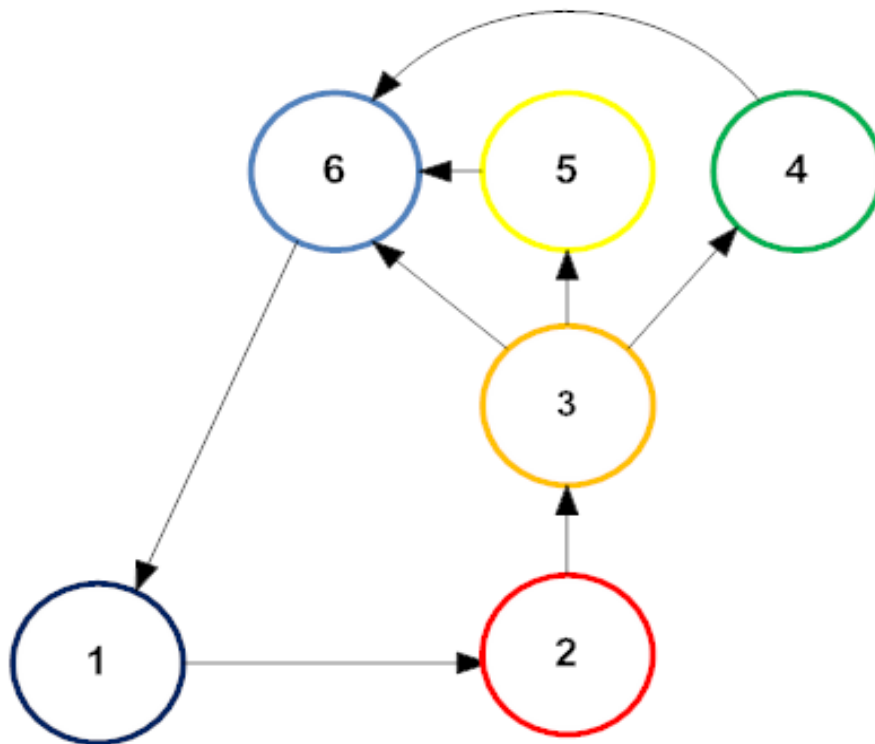
6.2.5. Werkwijze hakenwagens

Bij de (processen rondom de) hakenwagens zijn meerdere afdelingen betrokken. De karren worden zowel door de ophangers als de afhalers gebruikt en er is tevens een speciale 'hakenman' die verantwoordelijk is voor het tijdig bijslippen van de haken met het oog op de aarding. Om de samenwerking tussen de verschillende afdelingen te bevorderen en om de werkwijze te verduidelijken hebben we een opzet gemaakt voor een indeling van de diverse plekken waar hakenwagens komen te staan (figuur 6.8).



Schematische plattegrond van voorste gedeelte productiehal.

Zoals is te zien in bovenstaand figuur zijn er 11 plekken waar volle hakenwagens klaarstaan voor de afhalers en 11 plekken waar (deels) lege wagens klaarstaan voor het afhalen. Deze indeling gaat nog uit van de oude situatie met grote karren. In de nieuwe situatie zijn er dus 22 plekken voor het ophangen en afhalen - de nieuwe hakenwagens zijn immers grofweg half zo groot als de oude - genoeg voor ten minste 1 kar per haaksoort. De overige karren kunnen in de blauwe voorraad zones geparkeerd worden. Wanneer een hakenwagen uit de rode zone volgehangen is, wordt deze naar de oranje zone verplaatst. In deze zone staan de karren die door de hakenman gecontroleerd moeten worden. De hakenman bepaald dan of de haken in de kar al dan niet geslepen of naar de ontlakker gestuurd moeten worden. De te ontlakken karren worden naar de groene zone op het buitenterrein gezet. De te slijpen haken worden verplaatst naar de gele zone bij de slijptafel alwaar ze t.z.t. door de hakenman worden bijgeslepen waarna ze verplaatst kunnen worden naar één van de voorraad zones. Schematisch ziet de cyclus van een hakenwagen er dus als volgt uit:



1. Ophangzone
2. Afhalerzone
3. Hakenman controleert of ontlakken (4.) of slijpen (5.) noodzakelijk is
4. Ontlakker
5. Slijptafel
6. Voorraadzone

Figuur 6.9

6.3. Visualisatie van de dagplanning

Orders die voor een bepaalde dag in de planning staan worden meestal aan het eind van de dag ervoor binnen klaargezet. De volgorde van de planning wordt bepaald door de productie leider. Aan het begin van de dag wordt de planningsvolgorde door de productie leider doorgesproken met de voormannen van het ophangen, die vervolgens op het juiste moment de juiste colli naar het juiste station kunnen verplaatsen. Echter is voor een leek of een onervaren werknemer niet duidelijk te zien welke pallet bij welke order hoort. Er ligt weliswaar een mapje op elke order met hierin de productieorder, maar deze is van een afstand niet te lezen. Wanneer een onervaren werknemer een nieuwe order moet klaarzetten bij een van de stations zal hij eerst langs alle pallets, bakken er rekken moeten lopen, hetgeen onnodig veel tijd kost.

Om deze reden hebben we besloten een bordjes systeem te ontwikkelen die de planningsvolgorde visueel maakt. In dit systeem moet vanaf de werkplek duidelijk te zien zijn welke colli's bij welke order horen. Ook de planningsvolgorde, het te gebruiken ophangstation en een indicatie van de moeilijkheidsgraad kan zo worden aangegeven. Na een aantal testen werd besloten dat het formulier op de volgende pagina het meest geschikt was voor de taak (figuur 6.10).

Volgordenummer

RAL

Ophangstation

Moeilijkheidsgraad

Alle orders met hetzelfde nummer (bv. 1a, 1b en 1c)
mogen bij elkaar op traverse indien gewenst

Te zien is dat op het formulier de volgende aspecten kunnen worden aangegeven:

- Volgordenummer
- RAL-kleur
- Ophangstation
- Aantal Colli's
- Moeilijkheidsgraad

De formulieren worden in een plastic standaard geplaatst waarop geschreven kan worden. Na gebruik kan het plastic eenvoudig worden schoongemaakt en hergebruikt (zie figuur 6.11).



Figuur 6.11: Visualisatieformulier in de praktijk



6.4. Lege emballage

Klanten willen vaak hun producten weer terug op dezelfde pallets of rekken als waarop ze aangeleverd zijn. Nadat de producten door de ophangers of de werkvoorbereiding van de colli's zijn afgehaald worden deze tijdelijk ofwel buiten ofwel in een aangewezen deel van de productie hal gestald. Echter is soms niet goed duidelijk waar lege emballage precies moest staan en stond deze vaak in de weg waardoor onnodig tijd verspild moest worden aan het verplaatsen hiervan.

Na een vergadering waarbij een aantal ophangers, afhalers en mensen van werkvoorbereiding betrokken waren is besloten m.b.v. lijnen op de grond een betere indeling te maken binnen het gebied van de lege emballage teneinde bovengenoemde problemen op te lossen. In eerste instantie zijn deze lijnen gemaakt door middel van tape op de grond, zodat deze eventueel nog aangepast kon worden. Wanneer de gemaakte indeling bevalt kunnen de lijnen definitief op de grond geverfd worden. Vooralsnog lijkt deze nieuwe indeling goed te werken.

In dit hoofdstuk hebben we kunnen lezen hoe er met behulp van de '5S' methodiek diverse veranderingen zijn doorgevoerd op verschillende werkplekken om zo veilig, netjes en efficiënt werken eenvoudiger te maken. Omschreven is wat deze methodiek precies inhoudt en er zijn concrete voorbeelden gegeven van situaties voor en na dat de vijf stappen zijn doorgevoerd.

Hiernaast zijn de diverse nieuwe werkwijzen die zijn doorgevoerd omtrent het gebruik van ophanghaken en hakenwagens. De haken zijn gecategoriseerd, de hakenwagens zijn voorzien van letters en ook hun locatie is vastgelegd.

Ook is in dit hoofdstuk terug te vinden hoe het nieuw ingevoerde visualisatieformulier eruit ziet waarmee de dagplanning wordt aangegeven, en wat de achterliggende gedachte is achter het gebruik van een dergelijk formulier.

7. Conclusies en aanbevelingen

In de afgelopen hoofdstukken heeft u kunnen lezen over de diverse analyses die zijn gemaakt van verschillende processen binnen het poedercoat bedrijf Ulamo Coating in het kader van de zoektocht naar efficiëntieverbeteringen. In dit hoofdstuk zullen we de belangrijkste bevindingen per hoofdstuk nog eens kort en bondig opsommen en de aan het begin van dit onderzoek opgestelde onderzoeksvragen pogen te beantwoorden. Tevens zullen er een aantal aanbevelingen worden gedaan voor vervolgstappen die door Ulamo genomen kunnen worden in het verlengde van dit onderzoek.

Hoe kan de flow binnen de geautomatiseerde Coating Lijn (locatie RW) dusdanig gestroomlijnd worden dat de output wordt verhoogd?

In hoofdstuk 4 is gekeken naar de verschillende capaciteiten en doorlooptijden van de diverse bewerkingsstations. Hieruit kan geconcludeerd worden dat er binnen de coating lijn geen sprake is van één vaste bottleneck. Omdat veel bewerkingstijden afhankelijk zijn van factoren als materiaalsoort, laagdikte en moeilijkheidsgraad van ophangen en afhaken verschuift de bottleneck voortdurend. Dit komt omdat het aanbod aan te spuiten producten dat Ulamo van haar kanten ontvangt ontzettend divers is. Echter is het wel zo dat de takt tijd van de voorbehandeling dusdanig hoog is dat deze vaak de beperkende factor vormt. Tevens is deze takt tijd, in tegenstelling tot die van veel andere stations, constant.

Hierna is beschreven hoe binnen Ulamo Coating een heel nieuw meetsysteem is opgezet teneinde de productiviteit van de verschillende stations beter te kunnen monitoren. In het oude systeem was dit bij veel stations nog niet mogelijk. Vermoedens over takt tijden en baansnelheden kunnen in het nieuwe meetsysteem eenvoudig worden geverifieerd. Ook kan de dagelijkse output op een simpele manier worden bijgehouden omdat weggeschreven gegevens eenvoudig kunnen worden ingelezen in een Excel bestand, die data automatisch omzet in tabellen en grafieken. Met deze informatie kunnen nu gerichtere aanbevelingen worden gedaan ten aanzien van het stroomlijnen van de coating lijn.

Vervolgens zijn we wat dieper ingegaan op de vraag waar de bottleneck nu precies ligt onder verschillende omstandigheden. De focus is gelegd op de stations voorbehandeling en spuitcabine 2, omdat gebleken is dat dit de twee grootste belemmerende factoren zijn in het proces. Geprobeerd is een beeld te schetsen van hoe dusdanig omgegaan moet worden met het plannen van kleurwissels zodat spuitcabine 2 de takt tijd van de voorbehandeling kan bijbenen. Gebleken is dat dit sterk afhankelijk is van de baansnelheid op de spuitcabine, die op zijn beurt weer bepaald wordt door het soort product dat gespoten moet worden. Een van de conclusies was dat bij een baansnelheid van

300 cm/min – de snelheid waarmee zo'n 70% van de traversen gespoten wordt – iedere 6 traversen een moeilijke kleurwissel kan worden uitgevoerd zonder dat dit een negatieve invloed heeft op de totale output van de lijn.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 nog verhaald hoe door in de voorbehandeling het ritme van de slagen van de gordijnen aan te laten sluiten op de totale behandelingstijd de totale takt tijd van dit station met 9 seconden verminderd kon worden. Dit levert ongeveer 18 minuten productietijd per dag op dit stations op. In die tijd kunnen ruim 4 traversen extra worden voorbehandeld.

Tot slot wordt aan het eind van het hoofdstuk globaal geschetst hoe een gestroomlijnde coatinglijn met een maximale output van 14,6 traversen per bedrijfsuur er bij Ulamo uit zou kunnen komen te zien.

Hoe kan het verlies in productietijd op spuitstation 2, veroorzaakt door kleurwissels, beperkt worden?

In hoofdstuk 5 wordt voorts dieper ingegaan op de kleurwissel. Uit de meetgegevens blijkt dat deze gemiddeld ongeveer 6 minuten en 30 seconden in beslag neemt. Nadat de verschillende deelstappen met behulp van filmpjes geïdentificeerd en in een flowchart weergegeven zijn wordt duidelijk dat er een verschil bestaat tussen moeilijke kleurwissels en makkelijke, die deels de spreiding in kleurwisselduur verklaren. Vervolgens worden er, nadat er een SMED analyse van de kleurwissel is uitgevoerd, twee verbetermogelijkheden aangedragen. Ten eerste kan door het anders plaatsen van de spuitpistolen tijdens een kleurwissel het schoonmaken van een deel van de binnenkant van de cabine iets eerder beginnen. Ten tweede kan tijd worden bespaard door de eerste traverse van de nieuwe batch al tijdens de kleurwissel vrij te geven en uit de buffer te laten lopen. Vervolgens wordt de traverse in kwestie vlak voor de spuitcabine weer stil gezet in afwachting van het omstelproces. Geschat wordt dat deze twee maatregelen bij elkaar 20 a 30 seconden tijds winst kunnen opleveren.

- Hoe kunnen er bij Ulamo Coating efficiënte werkplekken worden gecreëerd met een korte inleertijd?

Werkplekinrichting en een nieuwe werkwijze rondom de hakenwagens staan centraal in hoofdstuk 6. Er zijn 21 verschillende soorten haken geïdentificeerd en deze zijn allen gekoppeld aan een letter. Ook de hakenwagens zijn voorzien van letters zodat nu van een afstand duidelijk is welke haak waar hangt. Ook de werkwijze rondom de hakenwagens is vastgelegd zodat de ophangers en afhalers weten waar hakenwagens die zij kunnen gebruiken staan en de controle voor slijpen en ontlakken vergemakkelijkt wordt.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 6 beschreven hoe de visualisatie van de dagplanning in zijn werk gaat. Duidelijk wordt hoe de productie leider met behulp van een visualisatieformulier eenduidig kan aangeven welke planningsvolgorde aanhouden dient te worden. Tevens wordt een overzicht gegeven van de verbeteringen die op de diverse werkstations zijn doorgevoerd op basis van de 5S methodiek.

Terugkomend op de uit het hoofddoel voortgekomen onderzoeksvraag *“Hoe kan het aantal gespoten vierkante meters per bedrijfsuur bij de coating lijn van Ulamo Coating locatie Riezenweg worden verhoogd?”* kan dus gesteld worden dat er op alle drie de onderzochte deelgebieden nog verbeterlagen te maken zijn. Een output van 14,6 traversen per bedrijfsuur, waarbij het aantal vierkante meters per traverse minimaal gelijk blijft, lijkt een realistische doelstelling te zijn.

Uiteraard houdt het verbetertraject bij de conclusies van deze scriptie niet op. In de toekomst moet Ulamo bezig blijven met het zoeken naar verbetermogelijkheden om efficiënt te kunnen blijven werken teneinde haar concurrentiepositie te kunnen behouden. Verbeteren is immers een continu proces waarbij stilstand achteruitgang is. Meedenken over verbeteringen en zoeken naar oplossingen voor problemen moet door het management gestimuleerd worden en medewerkers moeten uitgedaagd worden hieraan actief deel te nemen. Het werken in verbeterteams, waarin mensen uit verschillende lagen en afdelingen van het bedrijf vertegenwoordigd zijn en periodiek bij elkaar zitten om te praten en brainstormen over problemen die ze tegenkomen in hun dagelijks werk, zoals dat ook in de diverse verbetertrajecten van de afgelopen maanden gebeurd is, lijkt hiervoor een uitstekende manier. Dit moet echter wel ‘van bovenaf’ gefaciliteerd worden door periodiek tijd vrij te maken voor dergelijk overleg.

Wat betreft de gebruikte literatuur is wellicht nog interessant om te vermelden dat hoewel Ulamo Coating zoals vaker opgemerkt geen automobiel fabriek is met standaard producten, standaard procedures en vaste ritmes, veel van de gebruikte methodieken toch deels te gebruiken zijn. De Theory of Constraints bijvoorbeeld is vanwege de constant verschuivende bottleneck niet 1 op 1 toe te passen van theorie naar praktijk. Echter biedt deze methode wel een uitgangspunt om mee aan de slag te gaan. Ook andere methodes als 5S en SMED zijn in dit onderzoek vaak meer gebruikt om een globale oplossingsrichting te schetsen dan dat ze letterlijk stap voor stap zijn uitgevoerd. De methodieken zijn als het ware op maat gesneden voor dit specifieke bedrijf door sommige nuttige onderdelen te gebruiken en andere te laten voor wat ze zijn. Toch is deze wetenschappelijke literatuur onmisbaar geweest bij het tot een bevredigend einde brengen van dit onderzoek. Wellicht dat de manier waarop in dit onderzoeksrapport met diverse (lean) methodieken is omgegaan in de toekomst anderen die met een soortgelijke complexe en flexibele productieomgeving te maken hebben kan helpen.

8. Literatuurlijst

Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. New York: Random House.

Goldratt, E. (1984). *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. North River Press

Goldratt, E. (1997). *Critical Chain*. Gower Publishing Ltd.

Heerkens, J. (2005). *Managerial problem-solving method*. TSM Business School.

Hicks, B.J. & Matthews, J. (2010). *The barriers to realizing sustainable process improvement: A root cause analysis of paradigms for manufacturing systems improvement*. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 23 (7). p. 585-602.

Hirano, H. (1996). *5S for operators: 5 pillars of the Visual Workplace*. Productivity Press.

Hopp, W.J. & Spearman, M.L. (2008). *Factory Physics*. McGraw-Hill Education

Michalska J. & Szewieczek, D. (2007). *The 5S methodology as a tool for improving the organization*. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering (volume 24, issue 2) p.211 – 214.

Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: the SMED system*. Productivity Press.

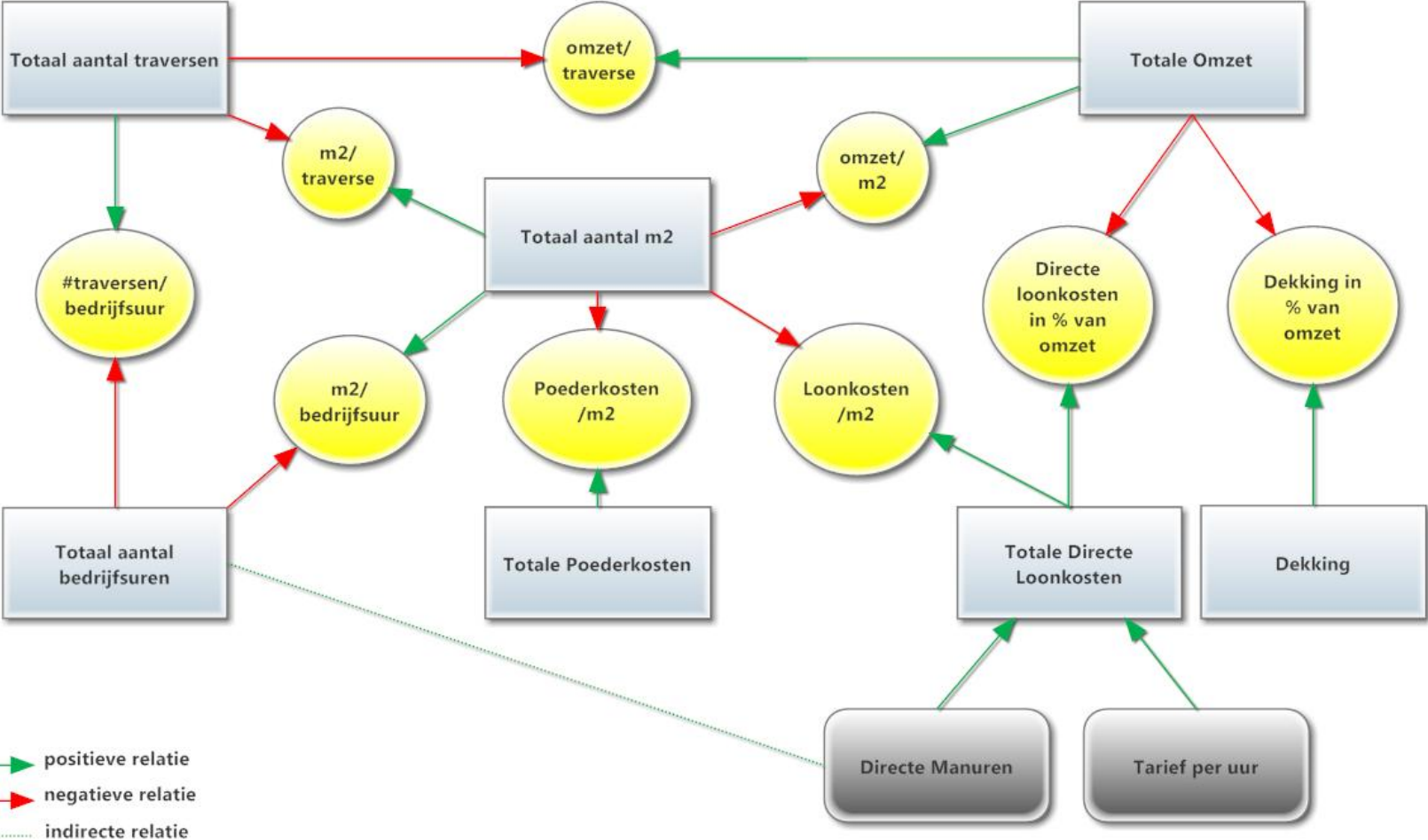
Shingo, S. (1989). *Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*. Productivity Press.

Shingo, S. (1996). *Quick Changeover for Operators: the SMED system*. Productivity Press.

Womack, J. Jones, D. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press.

9. Bijlage

9.1. Schematische Weergave Kengetallen



9.2. Bovenaanzicht Ulamo BV



© google maps

9.3. Stappen Kleurwissel

Behorend bij figuur 5.2

#	Handeling	Omschrijving
1a	Ingang Schoonblazen	Nadat de laatste traverse de ingang is gepasseerd blaas de spuiters deze vast schoon
1b	Deuren Ingang Dichtmaken	De spuiters sluit de deuren van de ingang
1c	Luchtspuit Pakken	De spuiters pakt de lange luchtspuit, die zich aan de andere kant van de cabine bevindt
1d	Schoonspuiten Vloer en Wand	Nadat de laatste traverse de cabine volledig heeft verlaten en de spuitmonden van de robot en de pistolen van de spuiters zijn doorgeblazen, stapt de spuiters de cabine in en begint met het schoonblazen van de vloer en wanden
1e	Schoonspuiten Spuitkoppen	Vervolgens blaast hij de spuitkoppen van de robot en de spuitpistolen schoon
1f	Schoonspuiten Tunnel	Hierna opent de spuiters de tunnel (ingang van de terugwininstallatie) en blaast deze van binnen en van buiten schoon
1g	Opruimen luchtspuit	De spuiters verlaat de cabine en bergt de luchtspuit weer op
1h	Deuren Ingang Openen	Vervolgens opent hij de deuren van de cabine weer
2a	Poeder Inlaat Omhoog	De spuiters zorgt er met een druk op de knop voor dat de 'poederinlaat' (het deel van de poederinstallatie dat het poeder uit de bak het systeem in zuigt) omhoog gaat
2b	Bak Weghalen	Zodat de poederbak verwijderd kan worden
2c	Poeder Inlaat Schoonblazen	Wanneer de bak verwijderd is blaast de spuiters de poeder inlaat schoon
2d	Poeder Inlaat Omlaag	Vervolgens gaat de poeder inlaat weer omlaag. Dit is nodig voor het doorblazen van de slangen
2e	Reinigingsprogramma Aanzetten	Wanneer de laatste traverse de cabine verlaten heeft zet de spuiters het reinigingsprogramma aan waarna de slangen automatisch worden doorgeblazen. Wanneer het een moeilijke kleurwissel betreft gebeurt dit meerdere keren.
2f	Poeder Inlaat Omhoog	Hierna gaat de poeder inlaat weer omhoog

2g	Poeder Inlaat Schoonblazen	Terwijl de spuiters wacht tot de spuiters in de cabine klaar is met het schoonblazen van de tunnel (1f), blaast hij de inlaat nogmaals schoon
2h	Openen Cycloon	Nadat de spuiters middels een kloppijnaal te horen krijgt dat de spuiters in de cabine klaar is opent hij de 'cycloon', om zo toegang te krijgen tot de binnenkant van de silo van de terugwinningsinstallatie
2i	Slang Terugwinning Schoonmaken in cycloon	De slang die het teruggewonnen poeder terug naar de poederdoos leidt wordt door de schoonmaker in de open cycloon gestoken, alwaar hij deze schoonmaakt.
2j	Trechter Cycloon Schoonmaken	De 'trechter', het onderste deel van de nu open cycloon, wordt door de spuiters schoongemaakt
2k	Silo Cycloon Schoonmaken	De 'Silo', het bovenste deel van de cycloon, wordt schoongemaakt
2l	Rooster Cycloon Schoonmaken	Het 'rooster', de filter die in de cycloon zit, wordt schoongemaakt
2m	Afsluiten Cycloon	De cycloon wordt weer gesloten
2n	Poeder Inlaat Omlaag	Nadat de bak met nieuw poeder geplaatst is (3f) wordt de poeder inlaat weer omlaag gedaan
2o	Slang terugwinning in poederdoos plaatsen	De slang terugwinning (zie 2i) wordt in de poederdoos geplaatst
3a	Wegen Poeder	De poederdoos wordt gewogen (het verschil in gewicht met de vorige weging is het verbruikte poeder)
3b	Inboeken Poeder	Het verbruikte poeder wordt ingeboekt
3c	Bak Leegmaken	De bak met poeder wordt leeggemaakt
3d	Bak Schoonmaken	Vervolgens wordt deze schoongemaakt
3d	Nieuw Poeder in Bak	En daarna gevuld met nieuw poeder (van een andere kleur)
3f	Nieuwe Poederbak plaatsen	Tot slot wordt de bak weer terug gebracht naar de poederinstallatie en daar geplaatst
4a	Vrijgeven Traverse uit Buffer	De eerste traverse van de nieuwe batch wordt vrijgegeven uit de buffer
4b	Nieuw Programma (kleur) Stand By zetten	Er wordt een nieuw spuitprogramma stand by gezet

4c	Doorspuiten met nieuwe kleur	Voordat de traverse gespoten gaat worden, worden de slangen vast een keer doorgespoten met de nieuwe kleur
	4d, 4e, 4f	Bij een moeilijke kleurwissel worden de stappen 2h, 2j en 2m nog eens herhaalt
	Poeder Wegknallen	Proces waarbij poeder d.m.v. harde knallen losgemaakt wordt van de binnenkant van de terugwininstallatie