

2023

Procesoptimalisatie Prefab



Control fase
Martijn Keur
Visser & Smit Hanab
8-6-2023

Procesoptimalisatie Prefab

Auteur: Keur, MJ (Martijn)

Studentnummer: 407089

Datum: 8-6-2023

Onderwijsinstelling: Hanzehogeschool Groningen

Opleiding: Bedrijfskunde

Organisatie: Visser & Smit Hanab

Opdrachtgever: Eiten, E (Edwoud)

Eerste beoordelaar: Soepenber, GD (Erik)

Tweede beoordelaar & begeleider: Stoepker, A (André)

Voorwoord

Voor u ligt het Lean Six Sigma Black Belt project met de titel 'Procesoptimalisatie Prefab'. Dit onderzoek is uitgevoerd als afstudeeropdracht van de opleiding Bedrijfskunde aan de Hanzehogeschool te Groningen. Ik ben van februari tot juni 2023 bezig geweest met het uitvoeren van dit project.

Ik merkte tijdens de eerste drie jaren van de studie dat ik weinig buiten mijn comfortzone trad en wou mezelf graag nog eens uitdagen. Hierom heb ik gekozen voor het Black Belt traject dat door de opleiding wordt aangeboden. Ik heb veel geleerd over de methoden die toegepast worden binnen Lean Six Sigma en heb dit gekoppeld aan de praktijk. Hierbij heb ik niet alleen ervaring opgedaan met de stof die ik al kende uit het Green Belt traject maar heb ik ook veel nieuwe dingen geleerd, zoals het belang van een goed team en de betrokkenheid van de teamleden. Daarbij heb ik tijdens de uitvoering nieuwe dingen over mezelf geleerd en heb ik mij verder ontwikkeld. Zo was ik in het begin van het traject wat terughoudend, gedurende de afstudeerperiode heb daarom aan mijn proactieve houding gewerkt. Dit project heeft mij dan ook op zowel persoonlijk als professioneel vlak een aantal waardevolle lessen geleerd. Daarbij heb ik tijdens het traject mijn Black Belt theorie al af mogen ronden met een score van 90% goed!

Ik wil graag André bedanken voor de uitstekende begeleiding. Hij heeft mij erg geholpen bij het afronden van dit project. Daarbij heb ik ook veel gehad aan de sessies waarbij Erik en mijn medestudenten betrokken waren, de verkregen feedback heeft mij echt vooruitgeholpen. Dan wil ik alle medewerkers van Visser & Smit Hanab bedanken die mij geholpen hebben. In het bijzonder Edwoud voor de waardevolle begeleiding. Maar ook wil ik Vincent, Inus en Klaas bedanken voor hun bijdrage aan het project.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Martijn Keur

Grolloo, 8 juni 2023

Samenvatting

Deze samenvatting bevat een beknopt overzicht van de scriptie ‘Procesoptimalisatie Prefab’, gemaakt door Martijn Keur. Het onderwerp van deze scriptie is het Lean Six Sigma Black Belt traject dat is uitgevoerd voor de Prefab shop van Visser & Smit Hanab. Het project heeft de doelstelling: Voor 31 juli 2023 op jaarbasis het percentage kleine projecten met een doorlooptijd korter dan 45 dagen laten stijgen van 44 naar 90%. Hierbij wordt op jaarbasis gemiddeld een verkorting van 32 uur per klein project in de bewerkingsuren gewenst.

Voor het doorlopen van het traject is de DMAIC-cyclus gebruikt. Hierbij is gebruikt gemaakt van kwalitatieve en kwantitatieve data. Verder is er gebruik gemaakt van ondersteunende literatuur in het theoretisch kader en indien gewenst op andere momenten in het rapport. In de analyse fase zijn hiermee een aantal invloedsfactoren en bijbehorende rootcauses gevonden. De eerste hiervan zijn verouderde manipulatoren welke leiden tot 20% in verlies van snelheid tijdens het lassen doordat deze niet meer gebruikt kunnen worden. Verder vindt er gemiddeld 15 uur aan verspilling plaats in de documentatie doordat dit nog op papier plaats vindt. Dan leidt het ontbreken van materiaal gemiddeld tot een toename van 20 dagen in de doorlooptijd van projecten. Het ontbreken van dit materiaal heeft als oorzaak dat de gevolgen hiervan slecht geregistreerd worden waardoor leveranciers niet of slecht op de gemaakte afspraken gewezen kunnen worden.

Ook zijn er twee rootcauses gevonden die niet verder meegenomen zijn in de improve en control fase. De eerste hiervan is lasfouten die veroorzaakt worden door een kwalitatief slechte lasmachine, deze is namelijk ondertussen vervangen. De tweede is dat er geen methode is voor het uitvlakken van het werk waardoor er tijdelijke medewerkers gehuurd moeten worden. Dit leidt tot een verlies van 10 DI ten opzichte van vaste medewerkers. Hiervoor loopt al een traject gelijktijdig aan dit onderzoek.

Voor de drie rootcauses waar verder mee gewerkt is zijn verbeterinitiatieven uitgewerkt en doorgevoerd. Er zal een nieuwe manipulator aangeschaft worden ter waarde van €15.804,26. De terugverdientermijn van deze tablets is naar verwachting 42 weken. Dit zal leiden tot een toename van 20% in de snelheid bij het maken van lassen op de manipulator, een besparing van ongeveer 19 uur per project. Voor de documentatie zijn twee tablets aangeschaft. De aanschaf van deze tablets maakt dat alle ingevulde documenten direct online beschikbaar zijn en deze niet meer met de hand overgenomen hoeven worden. Ook leidt het online beschikbaar zijn van documenten tot een reductie in motion van medewerkers. Samen bespaart dit 15 uur per project. Tot slot is er een document opgesteld waarin geregistreerd wordt wat de gevolgen zijn van het niet leveren van materiaal. Met de gegevens die hier verzameld worden zal er naar klanten toe gegaan worden en zullen afspraken aangescherpt en gehandhaafd worden.

Tot slot zijn al deze verbeteringen op twee manieren geborgd en wordt het proces gemonitord. Ook is gekeken naar mogelijke kansen in de toekomst.

Er wordt een besparing van ongeveer 34 uur per project verwacht, hiermee kan voldaan worden aan de doelstelling. Verder wordt verwacht dat na handhaven en aanscherpen van afspraken met leveranciers ook voldaan kan worden aan de doorlooptijd doelstelling.

Inhoud

Voorwoord.....	2
Samenvatting.....	3
1 Inleiding	7
2 Define	8
2.1 Organisatie- en contextbeschrijving	8
2.1.1 Visser & Smit Hanab	8
2.1.2 Prefab Veendam.....	8
2.1.3 Context en aanleiding.....	9
2.2 Project charter.....	10
2.2.1 Business case	11
2.2.2 Scope	11
2.2.3 Probleembeschrijving.....	12
2.2.4 Team.....	13
2.2.5 Doelstelling.....	14
2.3 Planning.....	15
2.4 Kosten en baten	16
2.5 Procesbeschrijving.....	17
2.6 CTQ-flowdown	19
2.7 Haalbaarheid.....	20
2.7.1 Studie.....	20
2.7.2 Risico's	22
2.8 Tollgate	23
3 Measure	24
3.1 Literatuurstudie Y.....	24
3.2 Literatuurstudie invloedsfactoren.....	24
3.2.1 Bewerkingstijd	25
3.2.2 Wachtijd	28
3.1.3 Conceptueel model	30
3.3 Meetplan.....	33
3.4 Betrouwbaarheid data.....	38
3.5 Kwaliteitmeetsysteem	39
3.5.1 Meetresolutie	39
3.5.2 Kwaliteit systeem	39
3.6 Analysemethoden	41
3.6.1 Analyse van de Y.....	42

3.6.2 Value stream map	43
3.6.3 Bewerkingstijd	43
3.6.4 Wachtijd	45
3.6.5 Onderzoek naar rootcauses	45
3.7 Proces capabiliteit.....	46
3.8 Tollgate.....	47
4 Analyse	48
4.1 Analyse van de Y	48
4.1.1 Doorlooptijd	48
4.1.2 Bewerkingstijd.....	51
4.2 Current state VSM.....	54
4.3 Identificatie belangrijkste X-en bewerkingstijd	56
4.3.1 Waarde toevoegende activiteiten.....	56
4.3.2 Niet waarde toevoegende activiteiten.....	60
4.4 Identificatie belangrijkste X-en wachttijd	63
4.4 Overzicht rootcauses	66
4.5 Tollgate.....	66
5 Improve	68
5.1 Mogelijke oplossingen	68
5.1.1 Rootcauses met prioriteit.....	68
5.1.2 Mogelijke oplossingen verouderde manipulatoren	68
5.1.3 Mogelijke oplossingen gebrek aan digitalisering documentatie.....	69
5.1.4 Mogelijke oplossingen slechte registratie.....	70
5.2 Keuze voor implementatie.....	71
5.2.1 PICK-schema	71
5.2.2 Gekozen initiatieven.....	72
5.2.3 Vervallen initiatieven.....	72
5.3 Future state VSM.....	73
5.4 Implementatie plan.....	74
5.4.1 Koop manipulator.....	74
5.4.2 Aanschaf tablets voor documentatie	77
5.4.3 Revisie huidig document voor registratie gevolgen	80
5.5 Tollgate.....	82
6 Control.....	83
6.1 Borging.....	83
6.2 Monitoring.....	85

6.2.1 Monitoren.....	85
6.2.2 Out of control plan	86
6.3 Financiële impact	87
6.3.1 Werkelijke kosten en opbrengsten	87
6.3.2 Toekomstige kosten en opbrengsten.....	87
6.4 Tollgate.....	88
7 Reflectie	89
7.1 Potentiële kritiek.....	89
7.2 Waarde van de resultaten.....	90
7.3 Mogelijk vervolgonderzoek.....	90
7.4 Leerpunten.....	91
Literatuurlijst.....	92
Bijlage 1 Foto's	95
Bijlage 2 Organogram Pipelines & Industry	96
Bijlage 3 Organogram Prefab.....	97
Bijlage 4 Gegevens Prefab locatie.....	98
Bijlage 5 Weekplanning.....	99
Bijlage 6 Haalbaarheidsscan	100
Bijlage 7 Handtekeningen tollgate	101
Bijlage 8 Flowchart selecteren control chart	102
Bijlage 9 Sigma tabel	103
Bijlage 10 Productie sheet lassen.....	104
Bijlage 11 Productie sheet fitten	105
Bijlage 12 Registratieformulier uren	106
Bijlage 13 Hypothesetoetsen voor medianen	107
Bijlage 14 Controle eisen hypothesetoets fitten	108
Bijlage 15 Controle eisen hypothesetoets lassen.....	109
Bijlage 16 Gegevens gelaste hoeveel per lasser per dag	110
Bijlage 18 Identificatie rootcauses	112
Bijlage 19 stappen van Kotter	115
Bijlage 20 Order tablets.....	117
Bijlage 21 Concept investeringsvoorstel.....	118
Bijlage 22 Meerwerk document materiaal niet compleet geleverd.....	120
Bijlage 23 Extra toelichting theorie borging	122
Bijlage 24 Concept flowchart Kanban	124
Bijlage 25 Flowchart out of control situatie doorlooptijd	125

1 Inleiding

Afgelopen jaren vielen de resultaten van de Prefab tegen. Dit maakt dat de organisatie reden zag voor een verbetertraject. Zo werden er voor de organisatie te veel bewerkingsuren gemaakt en vonden zij de doorlooptijden van de projecten te lang. Het uitvoeren van een Lean Six Sigma Black Belt traject zal bijdragen aan een reductie in de bewerkingstijd en de doorlooptijd. Er zal gekeken worden naar het productieproces dat plaats vindt binnen de Prefab shop van Visser & Smit Hanab in Veendam.

Lean Six Sigma is een wereldwijd bewezen methodiek voor het aantoonbaar en duurzaam verbeteren van organisaties en processen. Hierbij focust Lean voornamelijk op het reduceren van activiteiten die geen waarde toevoegen. Six Sigma focust voornamelijk op het reduceren van fouten. Deze methode doorloopt de DMAIC-cyclus. Dit is een acroniem voor Define-Measure-Analyse-Improve-Control. Onderstaand een korte toelichting bij de fasen van deze cyclus.

1. Define (definiëren): in deze fase wordt het probleem gedefinieerd en worden gewenste resultaten of doelstellingen vastgesteld. Het is belangrijk om de omvang van het probleem af te bakenen en de belanghebbenden te identificeren.
2. Measure (meten): in deze fase wordt bepaald wat er gemeten moet worden en hoe dit gemeten gaat worden. Ook wordt het meetsysteem hier gevalideerd. Vervolgens wordt hier gestart met verzamelen van gegevens.
3. Analyse (analyseren): in deze fase worden verzamelde gegevens geanalyseerd. Hiervoor worden zowel cijferdata-instrumenten als procesinstrumenten gebruikt. Tot slot worden de grondoorzaken van invloedsfactoren bepaald.
4. Improve (verbeteren): in deze fase worden oplossingen bedacht en geïmplementeerd om de grondoorzaken aan te pakken. Dit omvat het bedenken van verbeterinitiatieven, het selecteren van de meest veelbelovende oplossingen en het implementeren ervan.
5. Control (controleren): in deze fase worden controlemechanismen ingevoerd om ervoor te zorgen dat de verbeteringen op lange termijn behouden worden. Dit omvat het monitoren van prestaties, het vaststellen van standaarden, het trainen van medewerkers en het implementeren van controlemaatregelen om afwijkingen te voorkomen.

In het volgende hoofdstuk komt de define fase aan bod. Dit wordt opgevolgd door de measure fase in hoofdstuk drie. Hoofdstuk vier bevat de analyse fase, hoofdstuk vijf bevat de improve fase. De DMAIC-cyclus wordt afgesloten in hoofdstuk zes met de control fase. Tot slot zal in hoofdstuk zeven gereflecteerd worden op het project.

2 Define

In de define fase staat het definiëren van het probleem en doelstelling centraal. Dit start in paragraaf 2.1 met een organisatie- en contextbeschrijving. In paragraaf 2.2 staat de projectcharter van het project. Dit wordt opgevolgd door de planning in paragraaf 2.3 en de begroting in paragraaf 2.4. De procesbeschrijving staat in paragraaf 2.5. In paragraaf 2.6 wordt de CTQ-flowdown besproken. Om de haalbaarheid van het project aan te tonen is een studie uitgevoerd, deze is te vinden in paragraaf in paragraaf 2.7. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een tollgate waarin betrokkenheid van het projectteam besproken wordt.

2.1 Organisatie- en contextbeschrijving

2.1.1 Visser & Smit Hanab

Visser & Smit Hanab (V&SH) is ruim 150 jaar oud en onderdeel van Nederlands één na grootste bouwbedrijf VolkerWessels. V&SH is een engineering en constructiebedrijf dat zich richt op de energie- en infrastructuursector. Het specialiseert zich hierbij op het vlak van boven- en ondergrondse leiding- en kabelinfrastructuur. V&SH biedt een breed scala aan diensten. Waaronder ontwerp, engineering, aanleg, onderhoud en renovatie van energie- en infrastructuurprojecten. De projecten die uitgevoerd worden zijn zeer divers en variëren van bouw van gas- en olieleidingen, windparken, zonneparken en waterkrachtprojecten, tot aan de bouw van infrastructuur voor steden en gemeenten. De belangrijkste kernwaarden van de organisatie zijn: veiligheid, duurzaamheid en integriteit.

De missie van Visser & Smit Hanab (z.d.) is als volgt:

“De wereld is hard aan het veranderen. De missie van Visser & Smit Hanab is om binnen deze veranderingen samen met onze opdrachtgevers te werken aan de energietransitie. Er moet in 2050 een veilige, betrouwbare en betaalbare CO₂ arme energievoorziening zijn. Elektrificatie en warmtetransport gaan een grote bijdrage leveren aan de energietransitie volgens het Klimaatakkoord. Visser & Smit Hanab heeft hierop vanuit overtuiging, sense of urgency en de wil hieraan een bijdrage te leveren, haar strategie voor de komende jaren gebaseerd.”

En hierbij beschrijft Visser & Smit Hanab (z.d.) de volgende visie:

“De komende 5 jaar richten wij ons verder op de implementatie van de energietransitie met eigen vakmensen en specialisten. Visser & Smit Hanab is de beste aannemer hiervoor en kan haar opdrachtgevers een complete en integrale maatwerk oplossing bieden door samenwerking met andere VolkerWessels ondernemingen. Wij focussen op kwaliteit en werken Veilig, Duurzaam en Integer. Onze aandacht ligt op verdere digitalisering van onze Engineering inclusief BIM (3D-modeling), op digitalisering van onze business processen en op de digitale interactie met onze klanten, opdat onze klanten zich beter en sneller kunnen concentreren op de energietransitie uitdagingen waar zij voor staan.”

V&SH heeft haar hoofdkantoor in Papendrecht. En is onderverdeeld in: Distributie, Pipelines & Industry & Volker Energy Solutions. Deze opdracht zal uitgevoerd worden voor de Prefab shop in Veendam dat onderdeel is van Pipelines & Industry, meer over de prefab in paragraaf 2.1.2.

2.1.2 Prefab Veendam

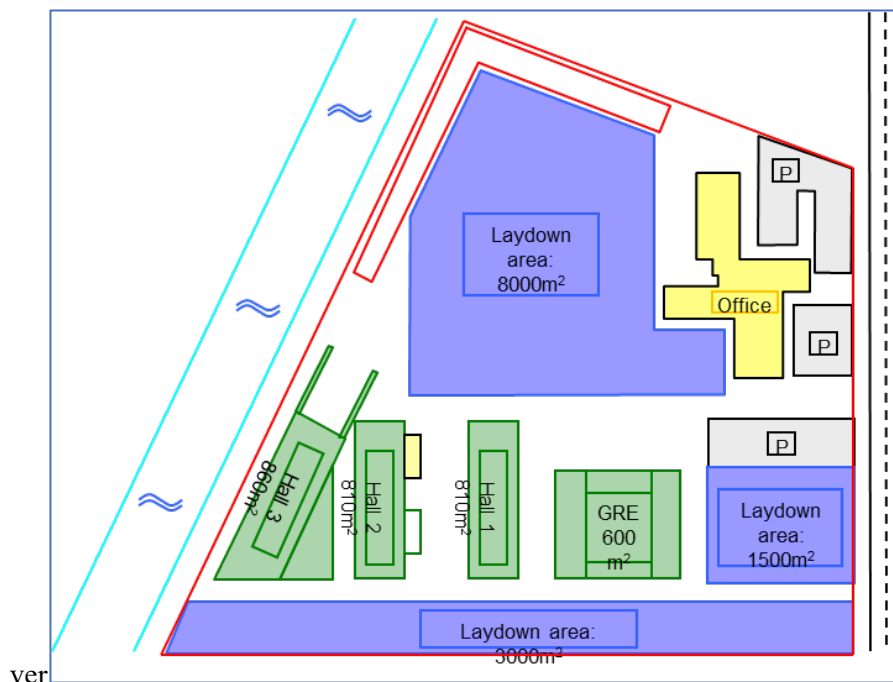
De Prefab afdeling in Veendam bevindt zich aan de Phoenixweg 14. Deze locatie is logistiek erg gunstig, het ligt namelijk aan de snelweg, het water en vlak bij het spoor. Prefab is de afkorting voor prefabricage. Bij deze methode van werken worden materialen vooraf verwerkt in een fabriek of werkplaats. Dit heeft als voordeel dat men niet afhankelijk is van de verschillende weeromstandigheden en dat er tijd bespaard kan worden op de bouwplaats. Hierdoor kan er sneller en goedkoper geproduceerd worden.

Bij de Prefab locatie vindt voornamelijk prefabricage van leidingwerk plaats. Maar ook glasvezelversterkte Epoxy piping en skids kunnen hier gemaakt worden (afbeeldingen om een beeld te vormen in bijlage 1). Voorbeelden van klanten van deze Prefab shop zijn: de Gasunie (grootste klant), Air Products (stikstof fabriek Zuidbroek), BP, Shell en Avebe. Het gaat hier om stuksproductie.

Zoals te zien in het organogram in bijlage 2 valt de Prefab onder de regio noord en is Edwoud Eiten de bedrijfsleider en tevens opdrachtgever & projectsponsor. Ondanks dat dit valt onder regio Noord produceert de Prefab voor heel het land. Het organogram van de Prefab is te vinden in bijlage 3.

Jaarlijks heeft de Prefab locatie een maximale capaciteit van 100.000 manuren, al werden er in de afgelopen jaren werkelijk maar rond de 30.000 manuren ingezet. Dit heeft twee belangrijke oorzaken: COVID-19 en het uitblijven van de transitie naar waterstof. In werkelijkheid blijkt dat het maximaal benutten van deze 100.000 manuren niet haalbaar is. Hierom is een realistischere maximale capaciteit van 56.000 manuren gesteld. Vanuit het hoofdkantoor wordt momenteel ook gekeken hoe er meer werk aangetrokken kan worden, waarbij ook meer gebruik gemaakt zal worden van de Prefab. Hierdoor zullen de resultaten komende jaren hopelijk verbeteren.

In totaal heeft de locatie in Veendam 16 fte medewerkers, hiernaast worden medewerkers intern ingezet waar zij nodig zijn (onderling uitgewisseld binnen V&SH). Een plattegrond van de Prefab is te vinden in figuur 1, in hal 1, 2 en 3 wordt geproduceerd. Roestvrijstaal wordt uitsluitend in hal 1 geproduceerd in verband met besmettingscorrosie (aantasting van het materiaal na contact met koolstofstaaldeeltjes). De GRE-hal wordt gebruikt als opslag. Dan is er nog 12.500m² aan laydown area (ruimte voor opslag) beschikbaar. Meer informatie over de Prefab is te vinden in bijlage 4.



Figuur 2.1: Plattegrond Prefab

2.1.3 Context en aanleiding

Afgelopen jaren waren de resultaten van de Prefab niet zoals gewenst. Dit heeft ertoe geleid dat er een nieuw management is aangesteld. Dit management wil meer in de toekomst investeren en onderzoek doen naar mogelijke verbeteringen. Ze hebben het idee dat de capaciteiten van de Prefab niet maximaal benut worden. Daarom zouden ze hier graag verbeteringen zien.

Aanvullend op het management is er in 2019 intern onderzoek gedaan naar de productiviteit van de Prefab. Naar aanleiding van de resultaten van dit onderzoek zijn een aantal lasmachines vervangen. Dit wekt de gedachte dat er nog meer ruimte voor verbetering is.

2.2 Project charter

Business Case	Scope
<p>Het prestatieprobleem zit hem in de doorlooptijd en bewerkingstijd. De doorlooptijd voldoet niet aan de gewenste norm van het bedrijf. Momenteel wordt 44% van de kleine projecten binnen 45 dagen afgerond. De organisatie wil dit percentage graag verhogen naar 90%. Hiermee kan sneller en betrouwbaarder geleverd worden aan de klant en kan voldaan worden aan de visie van het bedrijf.</p> <p>Hierbij wordt per klein project gemiddeld een verkorting van minimaal 32 uur in de totale bewerkingstijd verwacht. Hiermee kunnen de gemaakte kosten gedrukt worden, op jaarbasis bespaart dit €43.648 (zie toelichting in paragraaf 2.4). Dit zal vervolgens leiden tot: kortere doorlooptijd, meer winst en mogelijk meer gewonnen opdrachten.</p> <p>Meer toelichting over de Business Case in paragraaf 2.2.1.</p>	<p>Binnen scope: materiaal ontvangst, voorbereiding, fitten, lassen, kwaliteitscontrole, werkvoorbereiding, kleine projecten (tot 700 uur)</p> <p>Buiten scope: inkoop, skids en epoxy piping, middel/grote projecten (meer dan 700 uur)</p>
Probleembeschrijving	Proces (start en einde)
<p>Het prestatieprobleem doet zich voor op de Prefab locatie. Door verschillende oorzaken kan maar 44% van de kleine Prefab projecten de gewenste doorlooptijd van 45 dagen halen. Dit leidt tot conflict met de visie van het bedrijf. Verder worden er gemiddeld per project 32 bewerkingsuren te veel gemaakt. Dit leidt onder andere tot minder winst.</p> <p>Het is voor de organisatie belangrijk om dit te verbeteren omdat de resultaten tegenvallen en de variatie binnen de projecten te groot is.</p> <p>Meer toelichting over de probleembeschrijving in paragraaf 2.2.3.</p>	<p>Begin van het proces: materiaal binnen</p> <p>Einde van het proces: product verzonden</p> <p>Zie paragraaf 2.5 voor procesbeschrijving</p>
Doelstelling	Team

<p>Voor 31 juli 2023 op jaarbasis het percentage kleine projecten met een doorlooptijd korter dan 45 dagen laten stijgen van 44 naar 90%. Hierbij wordt op jaarbasis gemiddeld een verkorting van 32 uur per klein project in de bewerkingsuren gewenst.</p>	<p>Edwoud Eiten – Bedrijfsleider & Opdrachtgever, Vincent van der Wielen – Teamleider Prefab, Inus Kuik – Project Coördinator, Klaas Bats – Senior Project Manager, Martijn Keur – Onderzoeker</p>		
	Fase	Tollgate datum	Status
	Define	07-03-2023	Afgerond
	Measure	21-03-2023	Afgerond
	Analyse	18-04-2023	Afgerond
Improve	09-05-2023	Afgerond	
Control	23-05-2023	Afgerond	

Tabel 2.1: Project Charter

2.2.1 Business case

Het prestatieprobleem zit hem in de doorlooptijd en bewerkingstijd. De doorlooptijd voldoet niet aan de norm van 45 die is gesteld door de organisatie. Momenteel wordt maar 44% van de kleine projecten binnen deze 45 dagen afgerond. Kleine projecten zijn hier projecten met een bewerkingstijd tot 700 uur. De organisatie wil het percentage kleine projecten met een doorlooptijd van minder dan 45 dagen graag verhogen naar 90%. Op deze manier kan beter voldaan worden aan de gestelde norm en kan er betrouwbaarder geleverd worden. Vanwege de hoge variatie in het proces mag er 10% boven deze eis komen.

Wanneer naar de data gekeken wordt blijkt dat deze uren op basis van de capaciteit van de Prefab binnen 4 weken geleverd moeten kunnen worden. Toch heeft 56% van deze projecten een doorlooptijd van meer dan 45 dagen. Dit zou op basis van de bewerkingsuren dus niet nodig hoeven zijn. Een verkorting zal voornamelijk leiden tot snellere levering maar ook een hogere leverbetrouwbaarheid. Dit is vooral voor de organisatie zelf belangrijk en komt ook naar voren in de visie: ‘opdat onze klanten zich beter en sneller kunnen concentreren op de energietransitie uitdagingen waar zij voor staan’. Tevens worden hopelijk in de toekomst meer opdrachten gewonnen door de hogere leverbetrouwbaarheid.

Hierbij wordt gemiddeld per klein project een verkorting van minimaal 32 uur in de totale bewerkingstijd van de kleine projecten verwacht. Vanwege de lage hoeveelheid werk ligt hier momenteel geen focus op bottlenecks maar ligt de focus op kostenbesparing. Op jaarbasis bespaart dit dan ongeveer €43.648 (zie toelichting in paragraaf 2.4). Medewerkers kunnen wanneer zij tijdelijk niet nodig zijn verhuurd worden aan één van de projecten binnen V&SH. Dit maakt dat een besparing in bewerkingsuren niet leidt tot een ‘Lean en mean’ project. Deze besparing in kosten zal twee belangrijke resultaten hebben voor de organisatie. De eerste hiervan is meer winst door kostenbesparing per project. De tweede is de mogelijkheid tot lagere aanbiedingen door lagere kosten. Momenteel wint de organisatie ergens tussen de 10 en 20 procent van de aanbiedingen die zij doen. Wanneer een lagere aanbieder gedaan wordt kunnen er mogelijk meer opdrachten gewonnen worden.

2.2.2 Scope

Er is gekozen om de onderdelen uit de Project Charter binnen de scope te laten vallen omdat deze voorkomen binnen alle productieprocessen van de Prefab. Er is gekozen om koolstofstaal en RVS te kiezen als materiaalsoorten omdat dit het grootste deel van de projecten beslaat. Voor de bewerkingstijd wordt gekeken naar de kleine projecten sinds invoering van nieuwe lasmachines afgelopen jaar. Deze lasmachines lassen tot 100% sneller en hebben hiermee invloed gehad op de bewerkingsuren. Er zal dus alleen gekeken worden naar de kleine projecten, tot 700 bewerkingsuren. Hiervoor is gekozen omdat de

omvang van projecten sterk varieert, de projecten die nu binnen de scope vallen zijn allemaal ongeveer even groot. Conclusies en aanbevelingen zullen indien mogelijk en relevant geëxtrapoleerd worden naar de projecten die buiten deze scope vallen. Dit betekent dat er met 15 van de 22 projecten van afgelopen jaar gewerkt wordt.

Er is gekozen om inkoop & levering buiten de scope te laten vallen omdat dit afhankelijk is van de klant en opdracht. De meeste klanten leveren namelijk zelf hun materiaal en V&SH is afhankelijk van hun leverdatum. Dit betekent dan ook dat dit de start van de doorlooptijd is, en niet het plaatsen van de order. Skids & GRE vallen ook buiten de scope omdat deze maar zelden gemaakt worden. Voor overige materialen geldt ook dat dit in dusdanig kleine mate gebruikt wordt dat dit buiten de scope valt. Ook vallen dus de projecten met meer dan 700 bewerkingsuren buiten de scope omdat deze zouden zorgen voor een verstoring in de data.

2.2.3 Probleembeschrijving

De probleembeschrijving uit de projectcharter zal onderstaand verder toegelicht worden.

Wat is het probleem?

Het prestatieprobleem is het aantal kleine projecten dat een doorlooptijd heeft van meer dan 45 dagen. Momenteel haalt 44% van de projecten maar deze gestelde grens. Nu blijkt na een analyse van de projecten dat deze projecten ongeveer dezelfde bewerkingsuren hebben als de projecten die wel binnen de gestelde eis van 45 dagen vallen. Deze bewerkingsuren zitten dan ergens tussen de 100 en 700 uren. Dit maakt dat het management heeft bepaald dat het percentage kleine projecten dat binnen 45 dagen doorlooptijd afgerond wordt verhoogd moet worden naar 90%. Hier blijft een marge van 10% over voor eventuele bijzondere variatie.

Naast de doorlooptijd zit er ook een probleem in de bewerkingstijd. De organisatie vindt dat er te veel bewerkingsuren gemaakt worden per project. Voor de kleine projecten zijn dit: 22,57 voorbereiding, 221 fitten, 102,93 lassen en 7,6 testen. In totaal worden er dus gemiddeld 354,10 uren per project gemaakt. Naast deze bewerkingsprocessen worden er gemiddeld 10% aan uren gemaakt door de werkvoorbereiding voor ondersteunende taken, dat komt dan neer op ongeveer 35,41 uur. De exacte uren hiervan worden niet geregistreerd. Dit percentage is een aantal jaren geleden berekend aan de hand van metingen. Sindsdien zijn er geen grote veranderingen doorgevoerd en dus wordt dit percentage hedendaags nog aangehouden. Het management heeft besloten dat er voor de kleine projecten uren 32 uren te veel gemaakt worden, dit is ongeveer 9%. Deze 9% (32 uur) is gebaseerd op wat de organisatie ziet als een haalbare reductie in de uren. Naar rato zal er bij de grote projecten ongeveer hetzelfde percentage gereduceerd worden, dit zullen dan natuurlijk wel meer uren zijn.

Op jaarbasis worden er normaliter tussen de 30 en 40 projecten afgerond. Door de tegenvallende resultaten waren dit er afgelopen jaar maar 22. 15 hiervan vallen in de categorie klein project.

Waarom is het een probleem?

Het probleem in de doorlooptijd is dat er momenteel niet goed voldaan kan worden aan de visie. Klanten kunnen zich door de lange doorlooptijden niet volledig focussen op de uitdagingen waar zij voor staan. De lange duur van deze projecten maakt dat de hoeveelheid onderhanden werk stijgt. Dit zorgt er bijvoorbeeld voor dat het terrein vol ligt met voorraad of halffabricaten.

De langere bewerkingsuren leiden tot een aantal problemen. De eerste hiervan is het verminderen van de winst. Onnodig extra gemaakte kosten leiden tot minder winst, dit in combinatie met de slechte resultaten van de afgelopen jaren maakt dat de organisatie hier iets aan wil doen. Daarbij leiden hoge gemaakte kosten tot duurdere aanbiedingen die de organisatie naar haar klanten stuurt duurder zijn. Dit

maakt dat de kans op het winnen van opdracht kleiner wordt ten opzichte van de concurrentie. Momenteel wordt maar tussen de 10 en 20% van de aanbiedingen in opdracht gescoord. Lagere kosten, en hiermee goedkopere aanbiedingen aan klanten, kunnen leiden tot een hoger percentage gewonnen opdrachten. Dit zal weer leiden tot een beter resultaat.

Waar vindt het probleem plaats?

Het probleem speelt zich af binnen de Prefab afdeling van Visser & Smit Hanab. Er worden hier kant en klare stukken leidingwerk geproduceerd. Het probleem met de doorlooptijd zal hem voornamelijk zitten in het achterhalen van de oorzaken van wachttijd. Uit een eerste analyse van de resultaten is namelijk gebleken dat projecten met dezelfde, of soms zelf meer, bewerkingsuren wel afgerond konden worden binnen de gestelde deadline.

Ook zal de bewerkingstijd binnen de Prefab verkort moeten worden. Dit zal enige invloed hebben op de doorlooptijd, onduidelijk is hoeveel exact. Uren kunnen namelijk ook parallel gemaakt worden.

Wanneer vindt het probleem plaats?

Het proces vindt dagelijks plaats en is het hoofdproces van deze locatie. De productieprocessen doorlopen hierbij dezelfde hoofdlijnen. Het is lastig om aan te wijzen op welk moment de problemen zich exact voordoen.

Wie heeft het probleem?

De probleemhebbers zijn de organisatie en de klant. De organisatie heeft last van de lange doorlooptijd omdat er hierdoor meer onderhanden werk is. Dit leidt tot veel (tussen)voorraad op het terrein. Ook is het zo dat er momenteel weinig zekerheid gegeven kan worden aan klanten met betrekking tot de levertijden. Dit maakt dat projecten die snel geleverd moeten worden spoedklussen worden. Alles wordt dan aan de kant gezet en dit leidt weer tot langere doorlooptijden van andere projecten. Naast deze doorlooptijd worden er extra kosten gemaakt. Dit zorgt voor verloren winst. Ook worden er door de organisatie nu mogelijke opdrachten misgelopen door de hogere aanbestedingsprijs aan klanten.

De klant heeft last van een langere levertijd. Er is momenteel weinig zekerheid over de levertijden. Dit maakt dat zij soms moeten wachten op de Prefab producten.

Hoe pak je het probleem aan?

Om de belangrijkste oorzaken van het probleem te vinden zal het proces eerst geanalyseerd moeten worden. Hierbij moeten de belangrijkste rootcauses voor een te lange doorlooptijd aangewezen moeten worden. Vervolgens zullen oplossingen voor de problemen gevonden moeten worden. Waarbij de focus eerst zal liggen op kortetermijnoplossingen. Hierna zullen lange termijn oplossingen geïmplementeerd worden. Tot slot zal dit alles geborgd moeten worden.

Hoeveel kost het om het probleem aan te pakken?

Het project zal in totaal €11.859,99 aan loonkosten maken. Hiernaast zullen €2.145 aan overige kosten gemaakt worden. Meer toelichting over de loon- en overige kosten in paragraaf 2.4.1. Mogelijk moet er nog geïnvesteerd worden in het proces om verspillingen op te heffen. Deze kosten zullen later bepaald worden.

2.2.4 Team

Er is gekozen voor een projectteam met voldoende expertise, bevoegdheid en invloed. Het projectteam zal de Black Belt niet alleen van informatie voorzien. Ook zijn zij de kern voor het creëren van draagvlak, en dan in het bijzonder Vincent en Inus. Zij staan kort op de medewerkers en zien hen

dagelijks op de werkvloer. Als zij achter de verandering staan zullen de medewerkers volgen, dit is al gebleken bij eerdere doorvoer van veranderingen.

Edwoud is bedrijfsleider van Industrie Noord, dit is onderdeel van V&SH (organogram in bijlage 2). Onder industrie noord valt ook Klaas, hij werkt namelijk niet strikt noodzakelijk voor de Prefab. Vincent staat bovenaan het organogram in bijlage 3, de Prefab manager. Inus valt hierin te delen onder de werkvoorbereiding van de Prefab. De Black Belt werkt onder Edwoud en industrie noord en werkt samen met de Prefab medewerkers.

Onderstaand een overzicht van het projectteam en hun bijdrage aan het project.

Teamlid	Functie	Bijdrage
Edwoud Eiten	Bedrijfsleider: geeft leiding aan de locatie van Visser & Smit Hanab in Veendam.	Heeft bevoegdheid om veranderingen door te voeren en voorziet de Black Belt van overige benodigdheden zoals bevoegdheid in de systemen, persoonlijke beschermingsmiddelen en het VCA-certificaat.
Vincent van der Wielen	Teamleider Prefab: stuurt de Prefab aan. Is de koppeling tussen medewerkers en het hoger management.	Heeft veel ervaring en expertise binnen het bedrijf. Hij staat tussen de mensen en is hun aanspreekpunt. Hiermee is hij ook de koppeling naar de werkvloer.
Inus Kuik	Project Coördinator: is verantwoordelijk voor realisatie projecten. Voert voornamelijk coördinerende taken uit, maar ook calculeert hij voor de Prefab.	Leverd de data aan voor het project en heeft veel ervaring en expertise. Heeft vele jaren ervaring bij de Prefab.
Klaas Bats	Senior Project Manager: is verantwoordelijk voor hele projecten. Houdt voortgang in de gaten en legt verantwoording af aan klanten/management.	Deelt kennis en ervaring. Heeft vele jaren voor de Prefab gewerkt.
Martijn Keur	Black Belt	Hoofdverantwoordelijk voor de uitvoering van het Black Belt traject.

Tabel 2.1: Overzicht projectteam

Naast de leden van het projectteam zullen er ook mensen van de werkvloer betrokken worden. Deze mensen zullen voornamelijk betrokken worden bij hun expertise en afdeling. Dit zal per fase verschillend zijn en wordt daarom toegelicht in de betreffende paragraaf.

2.2.5 Doelstelling

Zoals beschreven in de projectcharter is de doelstelling van dit project:

Voor 31 juli 2023 op jaarbasis het percentage kleine projecten met een doorlooptijd korter dan 45 dagen laten stijgen van 44 naar 90%. Hierbij wordt op jaarbasis gemiddeld een verkorting van 32 uur per klein project in de bewerkingsuren gewenst.

Bovenstaande doelstelling is opgesteld op basis van het SMART-principe. Onderstaand een toelichting per letter.

S: Het percentage projecten met een doorlooptijd korter dan 45 dagen laten stijgen van 44 naar 90%. Deze statistiek zal zijn op jaarbasis. Voor de bewerkingsstijd van deze projecten wordt een verkorting

van gemiddeld 32 uur per klein project gewenst, dit is door het management bepaald en komt neer op ongeveer 9%.

M: Het gaat voor de doorlooptijd om het percentage projecten. Dit kan op jaarbasis geëxporteerd en geanalyseerd worden. Voor de bewerkingstijd zal jaarlijks gekeken moeten worden naar de gemaakte uren. Omdat het gaat om de specifieke groep kleine projecten (die het meeste van het werk beslaan) kan op jaarbasis het verschil gemeten worden. Voor de middel/grote projecten zal het succes minder goed meetbaar zijn vanwege het lage aantal projecten. Er zal geëxtrapoleerd moeten worden wat de invloed van de besparing in uren is.

A: De betrokken mensen zien het belang van het project. De teamleden zijn akkoord met het project. Verder is de organisatie bereid om te investeren in veranderingen mits besparingen aantoonbaar zijn.

R: Op basis van een korte analyse van de bewerkingsuren zal de daling in het aantal projecten dat een doorlooptijd langer dan 45 dagen heeft haalbaar moeten zijn. Voor de bewerkingsuren wordt er een schatting gemaakt. Deze afname (32 uur) is een afname van 9% wordt intern gezien als haalbaar.

T: Het project moet afgerond zijn voor 31 juli 2023. De statistieken worden vanwege de hoge variatie gemeten op jaarbasis.

2.3 Planning

Bij het maken van de planning wordt gestuurd op de gegeven richtlijnen vanuit de school. Onderstaand de bijbehorende globale strokenplanning. Hierbij is per fase aangegeven in welke weken dit speelt en wanneer producten opgeleverd moeten worden. Er vindt aan het eind van elke fase één week overlap plaats omdat hier nog een bijeenkomst plaats vindt, zodat hier de ontvangen feedback van de peerreview sessies verwerkt kan worden.

Fase	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7	Week 8	Week 9	Week 10	Week 11	Week 12	Week 13	Week 14	Week 15
Deadline fase (09:00)				6-mrt		20-mrt				17-apr			8-mei		22-mei
Bijeenkomst (14:30 - 16:30)				7-mrt		21-mrt				18-mrt			9-mei		23-mei
Define	█														
Measure				█											
Analyse					█										
Improve										█					
Control													█		
Deadline define-measurefase A-begeleider				20-mrt											
Deadline define-measurefase A-commissie				4-apr											
Deadline eindrapportage A-begeleider				23-mei											
Deadline eindrapportage A-commissie				5-jun											

Figuur 2.2: Globale planning en belangrijkste deadlines

Naast deze globale planning is in bijlage 5 een planning van de activiteiten per week toegevoegd.

2.4 Kosten en baten

Kosten

D afstudeerder besteedt 2/3 van zijn tijd aan de afstudeeropdracht, 1/3 van deze tijd wordt besteed aan stagewerkzaamheden. Dat betekent dat in totaal $(20 * 40) * (2 / 3) = 533,33$ uur wordt besteed aan deze afstudeeropdracht. Hierbij wordt €2,8125 per uur uitbetaald. $2,8125 * 533,33 = €1499,99$.

Dan is er nog het projectteam dat bestaat uit vier leden. Hierbij is het eerst van belang dat bepaald wordt hoeveel uren nodig zijn per persoon. Edwoud is de bedrijfsleider en heeft het vaak druk, hierom wordt gemiddeld één uur per week met hem in gepland. Vincent & Inus zijn de mensen die het meest betrokken zullen zijn. Zij zijn namelijk meestal aanwezig bij de Prefab. Er wordt verwacht dat van beide twee uur per week nodig is. Klaas zal als informatiebron kunnen gebruikt worden, hiervoor is naar verwachting 1 uur per week nodig. Via Edwoud zijn de gemiddelde kosten (per uur) van hun functies ontvangen. Onderstaand zijn deze gegevens verwerkt tot een begroting. Uren * kosten maakt de kosten in euro's per week (kolom 4). Dit bedrag keer 20 (duur van de stage) is het totale bedrag. Dan is er ook nog een totaal verwerkt van: het aantal uren per week, het aantal uren totaal, de kosten per week en de totale kosten van het project.

Teamlid	Kosten (euro per uur)	Uren (per week)	Uren (totaal)	Kosten (in euro's, per week)	Kosten (in euro's, totaal)
Edwoud Eiten	117	1	20	117	2.340
Vincent van der Wielen	79	2	40	158	3.160
Inus Kuik	70	2	40	140	2.800
Klaas Bats	103	1	20	103	2.060
Martijn Keur	2,8125	26,67	533,40	75	1.499,99
Totaal van het team	-	32,67	633,40	593	11.859,99

Tabel 2.2 Begroting projectteam

Naast de kosten voor het projectteam zijn er nog andere kosten te maken. Zo zullen hiernaast andere werknemers gesproken worden. Omdat deze kosten lastig in te schatten zijn wordt gekeken naar de eerste twee gelopen weken van de stage. Hieruit komt voort dat dit ongeveer €100 per week kost (2.000 voor het hele traject). Hier bleek dat ongeveer 2 uur per week nodig is van andere medewerkers, gemiddeld loon wordt hier geschat op €50. Daarbij moet het VOL-VCA certificaat nog behaald worden, dit zijn nog kosten van €145 voor V&SH.

Tot slot zal er mogelijk geld geïnvesteerd moeten worden om de verspillingen in het proces te verminderen. De organisatie wil graag investeren in verbeteringen, maar eist hierbij aantoonbaarheid van de verbeteringen. Deze eventuele kosten en hun terugverdien termijn zullen behandeld worden in de improve fase.

Baten

Er valt onderscheid te maken tussen meetbare en niet meetbare baten. Er wordt een afname van gemiddeld 4 dagen in de totale bewerkingstijd gewenst. Er wordt 8 uur per dag gewerkt, een verkorting van gemiddeld 32 uur bewerkingstijd per project. Jaarlijks zijn er tussen de 30 en 40 projecten, er wordt voor de calculatie gebruik gemaakt van het aantal projecten afgelopen jaar (22). Gemiddelde kosten voor een productie uur is €62. Hiermee zou de directe besparing op €43.648 ($22 * 32 * 62$) per jaar komen. Het is namelijk zo dat wanneer er geen werk is bij de Prefab de medewerkers tijdelijk verhuurd

kunnen worden aan een van de projecten van V&SH. Hiermee is een reductie in de bewerkingsuren ook een besparing in de kosten.

Verkorting bewerkingstijd (dagen)	Verkorting bewerkingstijd (uren)	Kosten per productie uur	Projecten afgelopen jaar	Besparing per jaar
4 dagen	32 uur	€62,00	22	€43.648,00

Tabel 2.3: Baten project

Dan zijn er nog een aantal baten die niet direct meetbaar zijn. Er zal bijvoorbeeld minder (tussen)voorraad op het terrein liggen wanneer de doorlooptijden korter zijn. Ook zal minder bewerkingstijd kunnen resulteren in minder uitval van mens/machine door lagere belasting. En er zullen jaarlijks minder uitzendkrachten ingehuurd hoeven worden.

Dan zal deze kostenbesparing (en dus het mogelijke maken van goedkopere aanbiedingen) + snellere levering mogelijk voor een hoger percentage gewonnen opdrachten zorgen. Hoeveel dit precies zal opleveren is lastig in te schatten omdat de organisatie niet van haar klanten weet met hoeveel verschil een opdracht verloren wordt. Wel is het bij de organisatie bekend dat zij tussen de 10 en 20% van de opdrachten winnen, en er dus minimaal 80% verloren gaat aan andere organisaties. Hier valt dus nog genoeg te winnen.

Totalen

De totale kosten in de begroting komen op: €14.004,99 eenmalig

De totale opbrengsten in de begroting komen op: €43.648 per jaar

2.5 Procesbeschrijving

In deze paragraaf staat het beschrijven van het hoofdproces centraal. Aan de hand van het SIPOC-model (Figuur 2) zullen de hoofdlijnen van het proces beschreven worden. In het figuur staan van links naar rechts de: Suppliers, Input, Proces, Output en Customers. Onderstaand eerst de SIPOC en vervolgens een toelichting per stap. Er is één proces niet verwerkt in de SIPOC, het werkvoorbereidingsproces. Dit proces loopt door de verschillende stappen heen en is daardoor niet te verwerken in de SIPOC. Toch is deze afdeling nauw betrokken bij het verwerken en dit wordt dus wel tijdens het onderzoek meegenomen.

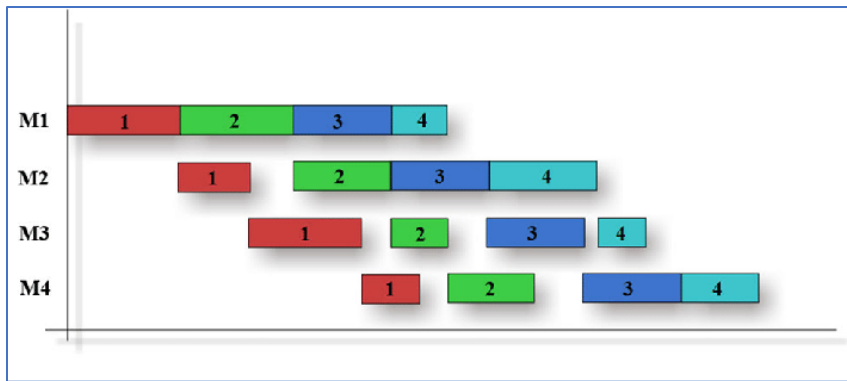
Suppliers	Input	Proces	Output	Customers
Klant	Materiaal	1. Materiaal ontvangst (Fitters)	Materiaal in opslag	Fitters
Fitters	Materiaal in opslag + zaaglijst	2. Voorbewerking (Fitters)	Vorbewerkt materiaal	Fitters
Fitters	Vorbewerkt materiaal	3. Fitten (Fitters)	Gefitte producten	Lassers
Fitters	Gefitte producten	4. Lassen (Lassers)	Gelast product	LTD
Lassers	Gelast product	5. Kwaliteitscontrole (LTD)	Getest product	Logistiek

LTD	Getest product	6. Verzending (Logistiek)	Verzendklaar materiaal	Klant
-----	----------------	---------------------------	------------------------	-------

Tabel 2.5: SIPOC

1. Het proces start bij de ontvangst van het materiaal. Dit gebeurt meestal door teamleider, al komt het ook voor dat de projectcoördinator dit doet. Na ontvangst worden de materialen opgeslagen op het terrein.
2. De tweede processtap is het voorbereiden van de materialen, dit doen de fitters. Voorbereiden houdt in het voorbereiden van de materialen. Dit werk wordt uitgevoerd door de fitters en valt soms ook samen met het fitten. Hier worden de materialen afgekort naar de juiste lengte door middel van zagen of branden. Kleine diameters worden gezaagd en grotere diameters gebrand. Daarnaast worden er schuine zijden aan het materiaal gemaakt. In deze schuinen zijden komt later het lasmateriaal. Verder worden indien nodig eventuele extra werkzaamheden uitgevoerd. Dit kan bijvoorbeeld zijn het verwijderen van een beschermlaag.
3. Nu de materialen voorbereid zijn kunnen de fitters de materialen gaan fitten. Fitten is het maken van een verbinding tussen twee pijpen. Fitten gebeurt door de fitters. Zij zetten de materialen volgens een Isometrische tekening. De producten staan na het werk van de fitters zo klaar dat de lassers alleen nog het geheel definitief vast hoeven te lassen. Nu worden bij de Prefab niet alle stukken aan elkaar gemaakt, dan is vervoeren onmogelijk. Daarom worden de producten vaak in een aantal vervoerbare onderdelen verwerkt. Dit betekent dat er op locatie nog een aantal lassen gedaan moeten worden.
4. Als de materialen gefit zijn kunnen de lassers het geheel definitief aan elkaar vastmaken. Lassen is het proces waar producten aan elkaar verbonden worden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van druk, warmte en een lasdraad. Binnen V&SH wordt gebruik gemaakt van de volgende lasmethoden: Tig (ook wel GTAW), GTAW/SMAW, GMAW/SAW, GMAW/FCAW en GMAW/GTAW. Meer dan de helft van alle lassen worden gemaakt met het Tig proces.
5. De gelaste producten gaan vervolgens door een kwaliteitscontrole. Dit gebeurt op twee manieren: visueel en met radiografische straling. Bij de visuele keuring wordt bijvoorbeeld gekeken naar: gelijkmatigheid, juiste hoogte, verbranding of karteling. Indien een las hier wordt afgekeurd moet deze hersteld worden. Radiografische keuring gebeurt meestal buiten de werktijden in verband met schadelijke straling. Hierbij kan in de lassen gekeken worden of deze goed zijn.
6. Wanneer het product klaar is en de klant ze kan ontvangen worden de producten verzonden over één of meerdere verzendingen.

Het productieproces van V&SH werkt volgens het ‘flow shop’ principe. In dit principe worden taken in een van tevoren bepaalde volgorde gepland en uitgevoerd. Een voorbeeld visualisatie van het productieproces van V&SH is te zien in figuur 2.1 (Arik, 2021). M1, in het geval van V&SH proces 1, is bijvoorbeeld het afkorten van de materialen. Wanneer dit klaar is kunnen de afgekorte pijpen gefit worden (door naar M2). M1 kan dan alweer een nieuwe set met pijpen gaan afkorten. Op deze manier gaan de materialen van proces naar proces tot zij klaar zijn. Tussen deze processtappen ontstaat wachttijd door de variatie in de projecten.



Figuur 2.1: Flow shop bestaande uit 4 banen en 4 machines

Binnen de productie worden zowel het materiaal, materieel als de mensen verplaatst. Dit is afhankelijk van de spelende projecten en beschikbare ruimte. Alleen rvs-projecten vinden altijd op dezelfde plek plaats, in hal 2. Verder wordt per project (en soms processtap) gekeken waar deze op dat moment het beste uitgevoerd kan worden.

Het afkorten van materialen gebeurt op twee manieren (zagen en branden), afhankelijk van de diameter. Kleine diameters worden gezaagd, grote diameters gebrand. Het lassen gebeurt op 4 manieren, voornamelijk afhankelijk van de diameter. Maar ook materiaalsoort speelt hier een rol.

De meeste lassers zijn breed gecertificeerd, en hetzelfde geldt voor de fitters. Dit maakt dat zij vaak onderling uitwisselbaar zijn. Toch wordt wel gestuurd op de kwaliteiten van een bepaalde lasser of fitter. De ene lasser heeft bijvoorbeeld meer aanleg voor een bepaalde methode. Hetzelfde geldt voor fitters.

Binnen het productieproces is het lastig om een schatting van de procestijden te geven. De duur van een proces is namelijk afhankelijk van veel verschillende factoren en de variatie is hierdoor hoog. De calculaties worden aan de hand van een boek vol normen gemaakt. Deze normen gaan nog maal een factor, hieruit komt vervolgens een tijd. Deze tijd is dan bijvoorbeeld afhankelijk van: dikte, omtrek, aantal lassen, complexiteit en materiaal type.

De focus van het project zal liggen op alle processtappen. Hierbij ligt de voorkeur toch enigszins op lassen en fitten vanwege het hoge aantal uren, maar dit is geen vereiste. Verder is het werkvoorbereidingsproces ook extra relevant vanwege de nauwe betrokkenheid bij de verschillende stappen in het productieproces.

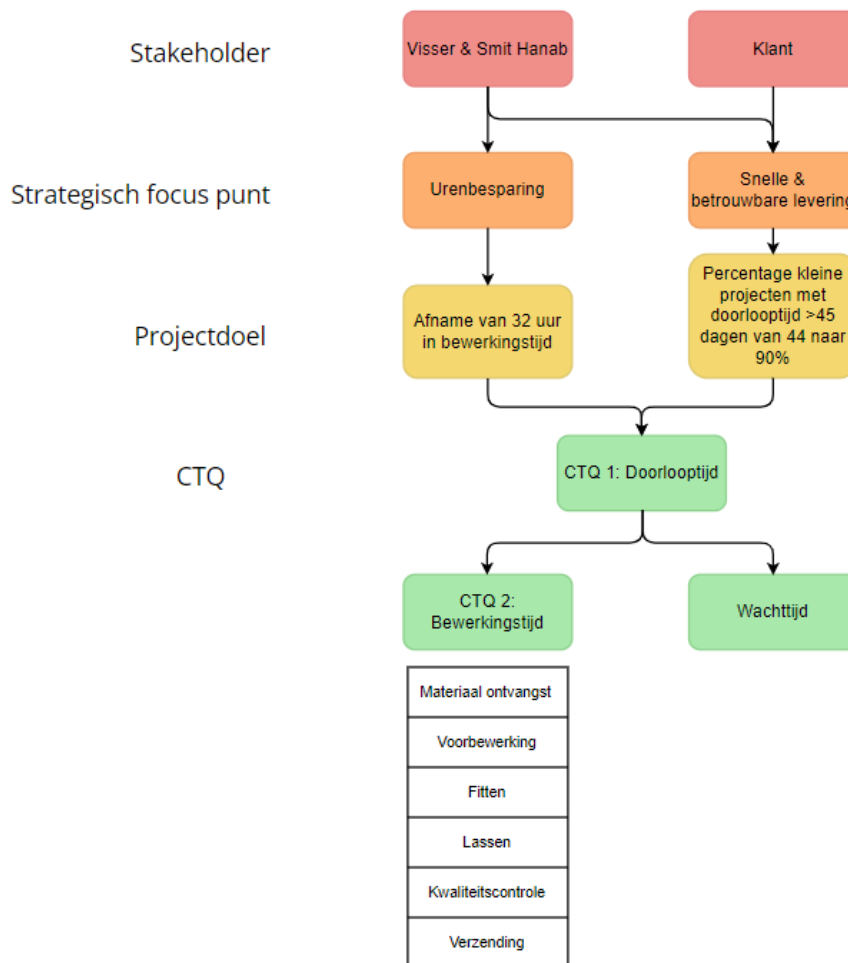
2.6 CTQ-flowdown

Om het project tot succes te brengen is het belangrijk om Critical-to-Qualities (CTQ's) op te stellen. Onderstaand het CTQ-flowdown model. Er zijn twee stakeholders in het project: V&SH en de klant. V&SH wil graag een besparing in de kosten en sneller & betrouwbaarder leveren. De klant wil graag een snelle en betrouwbare levering.

Hierbij zijn twee projectdoelen opgesteld. De eerste is het percentage kleine projecten dat een doorlooptijd heeft van minder dan 45 dagen laten stijgen van 44 naar 90%. Hierbij is de eerste CTQ opgesteld 'CTQ 1: doorlooptijd'.

Het tweede doel is een afname van 32 uur in de bewerkingstijd. Hierbij is de tweede CTQ opgesteld 'CTQ 2: bewerkingstijd'. Er zijn zes bewerkingprocessen en 1 ondersteunend proces (niet zichtbaar in de CTQ). Hiervan zijn de twee processen extra belangrijk voor dit project (vanwege het grote aandeel in de gemaakte uren): fitten en lassen. Dit zijn 'CTQ2a: fit uren' en 'CTQ 2b: las uren'. Het

ondersteunende proces is de werkvoorbereiding, deze zijn bij de verschillende bewerkingsprocessen betrokken en is niet zichtbaar in de CTQ flowdown.



Figuur 2.4: CTQ-flowdown

2.7 Haalbaarheid

Om te controleren of het project haalbaar is zal er een haalbaarheidsstudie uitgevoerd worden. Dit is onderverdeeld in zeven aandachtsgebieden, deze aandachtsgebieden zijn weer verdeeld in 4 eisen van elk maximaal drie punten. Per aandachtsgebied moeten minimaal 8 van de 12 punten gescoord worden. De haalbaarheidsstudie is te vinden in bijlage 6. Onderstaand een toelichting per deelgebied.

2.7.1 Studie

Aanleiding project en noodzaak – 10

Binnen V&SH heerst een cultuur waarin wantrouwen richting verandering heerst. De afgelopen periode is gebleken dat er weinig gedaan wordt met de verbetervoorstellen. Het grootste deel van het personeel ziet ruimte voor verbetering, maar er zijn ook een aantal mensen die het gevoel hebben dat de prestaties goed zijn. Wanneer het probleem niet verholpen wordt zal er meer werk onderhanden zijn dan nodig. Dit zorgt een hogere werkdruk. En ook leidt dit tot onnodig gemaakt kosten. De doelstelling is een aantal keer bijgesteld en nu duidelijk. Deze doelstelling is gekoppeld aan de VOC (snellere levertijd & hoge kwaliteit), en VOB (minder onderhanden werk, kostenbesparing en in de toekomst mogelijk meer omzet).

Geld – 10

De baten van het project zitten hem voor nu in besparing van bewerkingsuren. Deze afname van bewerkingsuren leiden weer tot kostenbesparing. Deze kostenbesparing uit zich op twee manieren. Er hoeven geen inleenkrachten gehuurd te worden. En fte medewerkers kunnen wanneer er geen/weinig werk is namelijk tijdelijk verhuurd worden aan andere projecten van V&SH. Dit maakt dat zij toch gewoon kunnen blijven werken, maar de Prefab geen onnodige extra kosten maakt. Toch kan er bij voldoende vraag ook meer omzet gemaakt worden, al is nu nog niet duidelijk of en wanneer dit benut wordt. Het benodigde budget is voor nu duidelijk. Al kan het zijn dat er in de toekomst nog kosten bij komen om het proces te verbeteren, deze zijn niet opgenomen in het budget. Het tot nu toe bekende budget is beschikbaar gesteld. Als er meer budget nodig is voor verbeteringen wordt dit beschikbaar gesteld mits de verbeteringen aangetoond kunnen worden. In de business case zijn de kosten en baten benoemd, verdere toelichting hierover staat in paragraaf 2.5.

Organisatie – 10

Binnen de organisatie is voldoende bevoegdheid om het project rond te krijgen. Het projectteam bestaat uit mensen met voldoende expertise, bevoegdheid en invloed. De tollgate's zullen op verschillende momenten plaatsvinden. Hiervoor is tijd beschikbaar gesteld. Voor het maken van een afspraak is afgesproken een week van tevoren contact te zoeken. Communicatie vindt fysiek of via de mail plaats. Voor korte vragen is binnenlopen op kantoor akkoord, langere afspraken zoals tollgate's moeten gepland worden.

Kwaliteit – 12

De doelstelling van het project is smart, toelichting hierbij in paragraaf 2.2. Het grootste deel van de data zal secundair zijn. Er zijn weinig projecten op jaarbasis en dus is voldoende projecten meten onmogelijk. Deze data zijn of wordt beschikbaar gesteld door Edwoud. De oplossing voor het probleem is nog niet bekend, al zijn er wel richtingen waarvan verwacht wordt dat er mogelijk verbeterd kan worden. Het probleem is principieel oplosbaar.

Informatie – 11

De stakeholders worden geïnformeerd via mail of face-to-face. De tollgate's worden gepland rond de bijeenkomsten van school, deze worden ook rond die periode gepland. De aanleiding van het project is gecommuniceerd maar nog niet helemaal binnengedrongen bij alle stakeholders. Toch staan zij achter de doelstelling en zien zij de mogelijkheden. Medewerkers spreken hun gedachtes uit. Hierbij zijn zij niet bang om kritisch te zijn richting het project.

Tijd – 11

De planning en fases van het project staan beschreven in paragraaf 2.3. De deadlines zijn gepland volgens de richtlijnen en zouden hiermee haalbaar moeten zijn. De deadline voor de define-measure fase is verplaatst naar een later moment en dus ontstaat hier een kleine achterstand. De teamleden zijn voldoende beschikbaar voor het project. Afspraken moeten wel van tevoren ingepland moeten worden. Het project wordt afgerond binnen 6 maanden.

3 R's

De randvoorwaarden zijn verwerkt in de define fase en nu duidelijk. De risico's op de GOKIT-factoren zijn benoemd in de volgende paragraaf. Hier zijn ook risico reducerende maatregelen genomen. De gewenste en ongewenste effecten van het project zijn duidelijk.

2.7.2 Risico's

In bovenstaande haalbaarheidsstudie komen een aantal risico's naar voren. Deze zaken zullen besproken worden in deze paragraaf. Ook worden hier maatregelen genomen om de risico's te beperken.

Urgentie

Niet iedereen ziet de urgentie van het project. Edwoud en Klaas gaven heel duidelijk aan mogelijkheden voor verbetering te zien. Toch ziet niet iedereen de ruimte voor verbetering zo duidelijk als zij. Het is belangrijk om hun visie door te geven aan de rest. Dit gaat het makkelijkst wanneer er data is om de visie het project te ondersteunen. Toch zien de anderen ook ergens de urgentie van het project wel. Zij benoemen zelf al een gebrek aan vernieuwing en investering. Er zal voortgebouwd moeten worden op het feit dat medewerkers de potentie wel zien. Verder zullen mogelijke verbetervoorstellen onderbouwd moeten worden met data. Afgelopen jaren is gebleken dat de onderbouwing bij deze voorstellen vaak de beslissende factor is. Deze data zal verzameld worden in de analyse fase.

Weerstand

Zoals eerder benoemd is er afgelopen jaren weinig geïnvesteerd in de Prefab. Dit maakt de medewerkers enigszins wantrouwend richting projecten. Toch is er afgelopen jaren wel wat veranderd, de lasmachines. Uit persoonlijke communicatie met verschillende medewerkers kwam hier een belangrijk punt naar voren. Het verschil met dit project en andere projecten was de aantoonbaarheid. Zien = geloven. Dit wordt dan ook vereist bij dit project, aantoonbaarheid. Waar zitten problemen? Hoe valt dit te onderbouwen met data? En voor het hele projectteam geldt: wat gaat het ons opleveren? Dit zal in de define en measure fase lastig worden. Hier is het van belang om van iedereen voldoende input te vragen. Hoe zien mensen bepaalde zaken en wat vinden zij belangrijk. Vanaf de analyse fase vallen dingen aan te tonen. Het is van belang om deze zaken aan het licht te brengen en iedereen hier weer bij te betrekken. Vervolgens is het brengen van oplossingen voor veel mensen het belangrijkste. Ook hier wordt weer aantoonbaarheid geëist.

Samengevat is het dus belangrijk om iedereen te betrekken en aan te tonen wat er waarom verandert moet worden. Dit zal gebeuren aan het begin van het project. Medewerkers die belang hebben bij het project worden vanaf hier betrokken. Hierbij ligt de focus eerst op de leidinggevendenden zoals Edwoud en Vincent. Vervolgens zal met ondersteuning van de leidinggevendenden de werkvloer meer betrokken worden.

Tollgate planning

De tollgate's zijn niet gepland per fase. Deze worden gepland samen met andere overleggen of gebeuren zonder afspraak. Edwoud probeer ik om de week op de hoogte te houden van de voortgang. Hier geeft hij zijn feedback die ik vervolgens kan verwerken. Inus & Vincent zitten samen op een kantoor en ik informeer hen samen over de voortgang. Vaak kom ik hier om informatie te verzamelen en vertel ik meteen over de voortgang. Hier delen zij hun mening die ik vervolgens kan verwerken in het verslag. Bij Klaas kan ik op kantoor binnenlopen om vragen te stellen. Ook maak ik met hem afspraken om het project te bespreken. Ik heb dus geen gezamenlijke bijeenkomsten omdat dit met hun planning lastig is. Toch houd ik iedereen op de hoogte en geven zij hun feedback op het project.

Haalbaarheid deadlines

Er wordt gestuurd op de richtlijnen vanuit school. Dit maakt dat deze haalbaar zouden moeten zijn. De define-measure fase deadline voor de A-beoordelaar is niet gehaald. Deze zou op maandag ingeleverd moeten worden maar is een aantal dagen later ingeleverd. Dat ik hiervoor al begonnen met het verzamelen van de eerste data maakt dat dit geen probleem hoeft te zijn later. Verder zullen deadlines wel aangehouden worden. Hierbij wordt gestuurd op de planning die te vinden is in bijlage 5.

2.8 Tollgate

Voor de tollgate is met medewerkers op verschillende momenten gesproken. Met Edwoud is gesproken op de vrijdag voor de bijeenkomst. Hierbij is de inhoud van de fase besproken en heeft hij feedback gegeven. Zo heeft hij mij geholpen aan de kosten per uur voor het personeel en hebben we het proces nog wat verder afgebakend. Ook gaf hij hieraan dat het lasproces, wat ik achterwege wou laten vanwege de nieuwe machines, wel meegenomen kon worden. De lasmachines zijn recent vervangen maar dat betekent niet dat dit proces optimaal verloopt. Met Vincent en Inus heb ik gesproken op hun kantoor. Ik heb aangedragen wat ik wou onderzoeken en zij vertelden wat zij hiervan vonden. Zo heeft Inus toen wat verteld over de systemen en heeft Vincent uitgelegd hoe het proces in elkaar stak voor de SIPOC. Ook mocht toen even in de productiehallen gekeken worden. Klaas snapte eerst het nut van het project niet helemaal. Er was immers een aantal jaren terug onderzoek gedaan. Ik heb toen een meeting met hem gepland waarin ik heb laten zien wat de bedoeling was. Hij begreep niet helemaal hoe ik op bepaalde kosten kwam en wou graag weten waarom ik bepaalde zaken buiten de scope liet. Nadat ik dit toegelicht had stond ook hij achter het project.

Handtekeningen ter bevestiging van de tollgate zijn te vinden in bijlage 7.

3 Measure

In de measure fase wordt bepaald wat er gemeten wordt. Dit zal starten met een literatuurstudie naar de doorlooptijd, dit wordt opgevolgd door een literatuurstudie naar mogelijke invloedsfactoren op deze doorlooptijd. Vervolgens wordt een meetplan opgesteld voor de Y en sub-Y en mogelijke X-en. Na de meetplannen komen de betrouwbaarheid van de data en de kwaliteit van het meetsysteem aan bod. Dit wordt opgevolgd door de analysemethoden. Tot slot wordt het hoofdstuk afgesloten met een tollgate.

3.1 Literatuurstudie Y

Voor het maken van een meetplan is het van belang om te begrijpen welke factoren de doorlooptijd beïnvloeden. In deze paragraaf zal gedefinieerd worden wat wordt verstaan onder doorlooptijd. Vervolgens zullen in paragraaf 3.1.2 mogelijke invloedsfactoren op de doorlooptijd behandeld worden. In paragraaf 3.1.3 zal een conceptueel model, en bijbehorende hoofd- en deelvragen, gerelateerd aan dit project behandeld worden.

Doorlooptijd

Doorlooptijd is de totale tijd die een product door een proces aflegt van begin tot einde (Silver et al., 1998). Vaak gaat het dan om het moment van bestellen tot de levering. In principe bestaat de doorlooptijd uit de som van de bewerkingstijd en de wachttijd (Korte, 2022). Hierop geldt de uitzondering dat in sommige productieprocessen handelingen ook parallel uitgevoerd kunnen worden. Hier kan de doorlooptijd gemeten worden aan de hand van bijvoorbeeld het moment dat een order ontvangen is tot het afleveren van de bestelling. In het geval van V&SH is dit van binnenkomst van het materiaal tot dat het eindproduct verzonden wordt naar de klant. Het reduceren van doorlooptijd kan bijdragen aan verhoogde productiviteit (Senapati et al., 2012).

Bewerkingstijd

Bewerkingstijd is de totale tijd die nodig is om een processtap uit te voeren. Het start bij aanvang van de werkzaamheden en eindigt bij voltooiing van deze werkzaamheden. Het bevat alle tijd die medewerkers of machines nodig hebben om een project of order te verwerken (Versluis, 2020). Een bewerkingsproces maakt van input output door iets te bewerken. Het optimaliseren van bewerkingstijd kan leiden tot kortere doorlooptijd, minder verspilling en hogere kwaliteit. Bewerkingstijd wordt ook wel de waarde toevoegende tijd genoemd (Eakin & Gladstone, 2020). Binnen V&SH wordt er onderscheidt gemaakt in drie bewerkingsprocessen: voorbereiden, fitten en lassen. De hoeveelheid werk wordt uitgedrukt in DI, ook wel duimen of inches. Eén DI is hierbij 2,54 centimeter.

Wachttijd

Wachttijd is de tijdsduur die een product/persoon moet wachten op een gebeurtenis. Er zijn vier vormen van wachttijd te onderscheiden in processen: perronwachttijd, loketwachttijd, stapelwachttijd en completeringswachttijd (Verschure et al., 2006). Perronwachttijd is het wachten tot een resource weer aanwezig is, zoals wanneer je op een trein wacht op het perron. Loketwachttijd is het wachten tot een proces klaar is met het produceren van het vorige product. Loketwachttijd ontstaat wanneer de bewerkingstijd niet goed afgestemd is met de snelheid waarin nieuwe items aankomen. Dan is er ook nog stapelwachttijd, dit vindt plaats wanneer er gewacht wordt tot een minimale serie grootte voor productie. Tot slot is er completeringswachttijd, dit is de wachttijd tot mensen/materialen/gegevens aanwezig zijn voor de uit te voeren handelingen.

3.2 Literatuurstudie invloedsfactoren

In deze paragraaf zal onderzoek gedaan worden naar invloedsfactoren op de doorlooptijd. Hierbij wordt net als in paragraaf 3.1 onderscheid gemaakt in bewerkingstijd en wachttijd. De opbouw van beide

paragrafen zal hetzelfde zijn. Er zal gestart worden met mogelijke invloedsfactoren aan de hand van theorie. Vervolgens zullen factoren besproken worden die in gesprekken met medewerkers naar voren zijn gekomen. Tot slot zal een overzicht van de gekozen X-en met toelichting gegeven worden. Hierbij worden onderling telkens verbanden gelegd.

3.2.1 Bewerkingstijd

Bewerkingstijd is zoals eerder benoemd de tijd die daadwerkelijk besteed wordt aan het verwerken van een product. Binnen Lean wordt onderscheidt in wel- en niet waarde toevoegende activiteiten gemaakt. Dat zal hier ook gebeuren. Het onderscheidt tussen deze factoren en de vormen waarin dit voor kan komen zal eerst besproken worden. Vervolgens zal gekeken worden naar de snelheid (tijdsduur) waarin bewerkingsprocessen worden uitgevoerd. Tot slot zullen specifieke (sub)activiteiten die invloed hebben op de bewerkingstijd toegelicht worden.

Na de theorie over bewerkingstijd zullen invloedsfactoren die door de medewerkers genoemd zijn besproken worden.

Tot slot zal er een overzicht gegeven worden van de gekozen X-en voor verder onderzoek.

Waarde toevoegende activiteiten

Waarde toevoegende activiteiten zijn activiteiten die bijdragen aan de klantbehoefte. Het kan gedefinieerd worden als: het vermogen om precies te leveren wat de klant wil waarbij minimale tijd besteed is en de prijs gepast (Shou et al., 2020). De activiteiten dragen direct en alleen bij aan het creëren van het product of de service die klanten willen. Hiervoor zijn drie eisen opgesteld:

1. Input verandert/transformeert
2. Klanten bereidt zijn ervoor te betalen
3. Het proces gaat in één keer goed

Indien niet aan één van deze eisen voldaan wordt is een activiteit niet waarde toevoegend. Een onderneming streeft ernaar om de waarde toevoegende activiteiten te maximaliseren. Verder kan waarde op twee manieren gecreëerd worden: interne verspillingen reduceren of extra functies/service aanbieden (Hines et al., 2004). Eis bij de tweede vorm is wel dat de klant hier ook de waarde van inziet. Het kan hier bijvoorbeeld gaan over korte doorlooptijd of kleinere batchgroottes per levering.

Niet waarde toevoegende activiteiten

Niet waarde toevoegende activiteiten (of verspillingen) zijn activiteiten die niet voldoen aan een van de drie boven genoemde eisen. Uit onderzoek blijkt dat tot wel 90% van de activiteiten die een onderneming uitvoert niet waarde toevoegend zijn (Senapati et al., 2012). In principe wil je verspillingen zoveel mogelijk reduceren, toch kan dit niet altijd. Er zijn verspillingen die niet direct te reduceren of elimineren zijn. Een voorbeeld van een verspilling die niet te elimineren is kan een vereiste kwaliteitscontrole zijn. Als het werk in één keer goed uitgevoerd wordt hoeft er normaliter niet gecontroleerd te worden. Toch wordt dit door sommige klanten geëist en dan kan de verspilling niet geëlimineerd worden. Ook kan het zijn dat bepaalde eisen door de overheid gesteld worden, bijvoorbeeld op het gebied van veiligheid. Dit soort niet te elimineren verspillingen zijn verspillingen waarvoor klanten vaak wel bereid zijn te betalen. Het kan zo zijn dat een niet waarde toevoegende activiteit binnen een onderneming wel onder de waarde toevoegende tijd wordt gerekend. Wanneer een verspilling nog niet bekend is kan dit voor de organisatie onder de waarde toevoegende tijd geteld worden terwijl dit niet zo is.

Binnen Lean wordt onderscheidt gemaakt in 8 niet waarde toevoegende activiteiten. Dit zijn: transport, voorraad, overprocessing, beweging, overproductie, wachten, fouten en talent. Onderstaand per vorm een toelichting.

Verspilling	Toelichting
Transport	Dit gaat om het verplaatsen van producten in een proces omdat het niet efficiënt is ingericht (Womack & Jones, 1996). Materialen, work-in-process of afgeronde producten bewegen waarbij geen waarde wordt toegevoegd. Dit resulteert in extra bewerkingstijd.
Voorraad	Voorraad is te omschrijven als producten die niet direct gebruikt worden of nodig zijn. Dit kunnen ruwe materialen, onderhanden werk (tussenvoorraad) of gereed product zijn. Ondanks dat het hebben van extra voorraad handig is kost te veel voorraad tijd & geld.
Overprocessing	Overprocessing is het meer tijd besteden aan een proces dan een klant nodig vindt. Het wordt ook wel overbewerking genoemd en het vindt plaats als er onnodig extra werk verricht wordt. Overprocessing kan in verschillende vormen voorkomen. Binnen V&SH zijn een aantal mogelijkheden van overprocessing: lang bewerkingsproces, onnodige veiligheidsmaatregelen, onnodige supervisie en overgekwalficeerde machines/medewerkers (Al-Aomar, 2012).
Onnodige beweging (Motion)	Elke niet waarde-toevoegende vorm van beweging die uitgevoerd wordt tijdens de werktijd is motion. Dit gaat dan bijvoorbeeld om het heen en weer lopen op de werkplek om iets te pakken. Onnodige beweging op de werkplek ontstaat door een niet ordelijke en efficiënt ingerichte werkplek.
Overproductie	Overproductie is het meer produceren dan er gewenst wordt, het wordt vaak ook wel beschreven als 'te veel, te vroeg of just-in-case' (Womack & Jones, 2003).
Wachten	Onder wachttijd wordt de tijdsduur verstaan waarin gewacht moet worden op een gebeurtenis. Meer toelichting hierbij in paragraaf 3.2.2.
Fouten (of defecten)	Defects (fouten) zijn de meest duidelijke vorm van verspilling. Bij het herstellen van fouten moeten kosten gemaakt worden. Het inventariseren van de defecten en bijbehorende herstelkosten is daarom van belang. Defects kunnen in verschillende vormen voorkomen. Binnen V&SH is de belangrijkste (duurste) vorm van fouten: lasfouten.
Talent	Wanneer een medewerker niet volledig gebruik maakt van zijn kennis en kunde is er sprake van de verspilling talent. Hiermee wordt de beschikbare kennis verspilt, en mogelijk leidt dit ook tot minder motivatie en ontevreden werknemers (Brito et al., 2019).

Tabel 3.1: Verspillingen

Omdat er binnen V&SH enkelproductie plaats vindt moet er regelmatig omgesteld worden. Dit is ook onderdeel van de verspillingen. Omstellen houdt in het omschakelen van het productieproces van een product naar het productieproces van een ander product. Een te lange omsteltijd heeft drie nadelen: weinig flexibiliteit (omdat er minder vaak omgesteld wordt), de bezettingsgraad van eventuele bottlenecks is lager (door de wachttijd) en kosten worden verlaagd (productiekosten staan in verhouding tot de effectiviteit van de machines) (Goubergen et al., 2002).

Er zijn twee vormen van handelingen in de omsteltijd: intern en extern (Bevilacqua et al., 2015). Interne handelingen worden uitgevoerd wanneer de machines stilstaan. Externe handelingen worden uitgevoerd als de machines bezig zijn. Interne handelingen hebben de grootste invloed op de doorlooptijd, wanneer de machines stilstaan kan er namelijk niet geproduceerd worden.

Snelheid

Een van de meest voor de hand liggende invloedsfactoren op de bewerkingstijd is snelheid. Binnen het flow shop principe is de productietijd vooraf vaak vastgelegd (An et al., 2022). Toch blijkt in de praktijk dat de bewerkingstijd hier vaak vanaf wijkt. Voor zowel de waarde toevoegende als niet waarde toevoegende activiteitengeld dat de snelheid waarin deze uitgevoerd worden direct invloed heeft op de doorloop- en bewerkingstijd (Johnson, 2003). Bijvoorbeeld: het uitvoeren van een handeling duurt 60 minuten, hiermee neemt de bewerkingstijd & doorlooptijd met 60 minuten toe. Zou het uitvoeren van deze handeling maar 30 minuten duren dan scheelt dit ook 30 minuten op de bewerkingstijd & doorlooptijd. Hier wordt wel uitgegaan van het feit dat er geen wachttijd plaats vindt na het betreffende proces, dan zou de invloed op de doorlooptijd namelijk beperkt worden.

Specifieke activiteiten

Dan wordt er nog onderscheidt gemaakt in de specifieke (sub)activiteiten. Dit kan bijvoorbeeld de gebruikte methode of het gebruikte middel betreffen. Elke activiteit heeft een duur en hiermee invloed op de doorlooptijd. Afhankelijk van de organisatie, het proces, het product enzovoorts verschillen de activiteiten die uitgevoerd moeten worden. Met behulp van medewerkers kunnen mogelijke activiteiten die invloed hebben op de bewerkingstijd achterhaald worden.

Werkvloer

Vanuit de werkvloer blijkt dat er een aantal factoren van invloed zijn. Er werd meerdere keren genoemd dat er verouderde machines gebruikt worden bij het produceren. En ook dat de hallen verschillende capaciteiten hebben.

Verder werd door meerdere medewerkers genoemd dat wanneer kleinere diameters gelast moeten worden dit leidt tot de mogelijkheid om minder te lassen op een dag. En grote diameters pijp leiden naar verwachting tot meer fit uren vanwege de lastigere handeling. Omdat er sprake is van technisch werk, waar in veel gevallen een certificaat of opleiding voor nodig is, wordt verwacht dat er ook een verschil zit in de hoeveelheden die medewerkers op een dag verwerken. Dat er verschil zit tussen de medewerkers werd bijvoorbeeld benoemd in de context dat op drukke momenten fitters op het moeilijke werk gezet worden en er dan inhuurkrachten de voorbereiding uitvoeren.

Invloedsfactoren

Op basis van bovengenoemde theorie en gesprekken met medewerkers zijn er een aantal zaken waarvan verwacht wordt dat deze invloed hebben op de bewerkingstijd van V&SH.

Las hal

Omdat de machines, zoals manipulators, in de hallen verschillen is de verwachting dat er een verschil zit tussen de bewerkingshallen. Daarbij werd ook nog genoemd dat er verschil zit in de staat van het materieel. Hal 3 is een stuk nieuwer dan hal 1 & 2 en het materiaal dat hier staat ook. Dit maakt dat het materieel beter gebruikt kan worden. Er werd bijvoorbeeld benoemd dat er een zeer slechte manipulator staat in hal 2, dit leidt ertoe dat deze bijna niet gebruikt wordt. In hal 1 wordt alleen maar roestvrijstaal gelast. Dit maakt dat er verder onderzoek gedaan gaat worden naar het verschil tussen deze hallen.

Lasser

Lassen is in veel gevallen nog handwerk. Niet elke lasser heeft evenveel ervaring en aanleg voor het lassen. Dit maakt dat er mogelijk een verschil zit in de snelheden en hoeveelheden die lassers lassen.

Fitter

Fitten is net als lassen handwerk. De ene fitter werkt al jaren als fitter en anderen zijn relatief nieuw. Dit maakt dat er naar verwachting verschil zit tussen de hoeveelheden die medewerkers per dag verwerken.

Lasfouten

Het maken van een las is mensenwerk en dus komt het regelmatig voor dat er een fout gemaakt wordt. Het herstellen van een fout kost tijd. De huidige las moet deels of helemaal verwijderd worden en vervolgens moet dit weer voorbereid worden. Daarna moet alles weer gelast worden. Al met al ontstaan hier snel een aantal uren voor herstel. Mogelijk bestaat er ook een verband tussen bijvoorbeeld de lasfouten en de lasser. Dit zal onderzocht worden als er een significantie blijkt. Deze lasfouten worden ook wel NA (niet acceptabele) lassen genoemd.

Verspilling documentatie

Deze verspilling is met terugwerkende kracht toegevoegd als X. Tijdens het opstellen van de VSM kwam namelijk naar voren dat veel van de documentatie nog plaats vindt op papier. Hier vindt verspilling plaats alleen is nog niet duidelijk in welke mate. Er zal dus ook onderzoek gedaan worden naar deze X.

3.2.2 Wachtijd

Wachtijd is één van de acht eerdergenoemde verspillingen. Het reduceren van deze verspilling reduceert de doorlooptijd. Wachtijd is de tijd die een product stilligt. Er wordt onderscheidt gemaakt in vier vormen.

Perronwachtijd

Perronwachtijd verwijst naar de wachtijd tot een resource weer aanwezig is. De vorm valt bijvoorbeeld te koppelen aan een dienstregeling (Verschure et al., 2006). Processen staan hier in de wacht tot deze resource weer aanwezig is. Ook kan het zijn dat een resource tijdelijk niet aanwezig is, door bijvoorbeeld een storing of omstellen.

Wanneer de perronwachtijd gekoppeld wordt aan de situatie van V&SH zal dit op twee manieren voorkomen, de eerste hiervan is beleid (vaste momenten aanwezig). Het eerste moment is de wachtijd op de kwaliteitscontrole, en dan specifiek het radiografische deel. Bij het radiografisch onderzoek komt straling vrij, dit is schadelijk voor mensen. Hierom is deze vorm kwaliteitscontrole alleen op bepaalde momenten aanwezig, vaak in de avonduren wanneer er geen medewerkers van V&SH meer aanwezig zijn. Het product is hier al wel geproduceerd maar wacht nog op deze resource. De tweede vorm is wachten op transport. Dit is bijvoorbeeld als producten verzonden moeten worden naar de klant. Vaak wordt een product gehaald op een afgesproken moment, toch kan het zijn dat het product dan al enige tijd ligt te wachten. Dit zijn beide vormen van perronwachtijd.

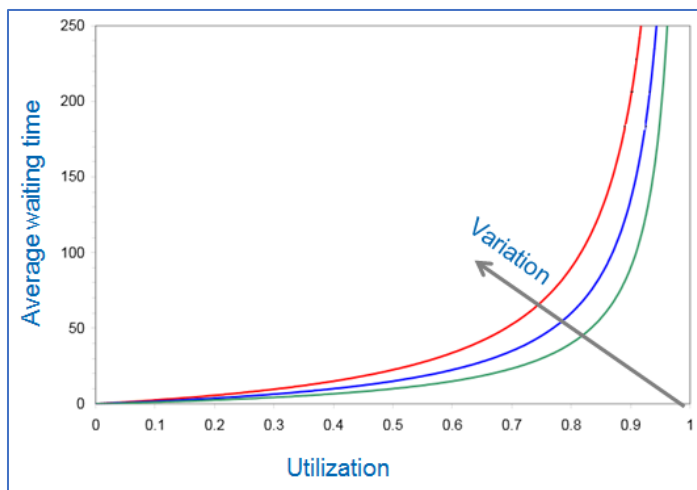
Loketwachtijd

Loketwachtijd is dus het wachten tot een resource weer beschikbaar is. Een van de oorzaken van loketwachtijd is een hoge bezettingsgraad (Johnson, 2003). De bezettingsgraad geeft weer in welke mate capaciteit benut wordt tijdens een periode. Een hogere bezettingsgraad leidt tot een grotere kans dat producten in de wachtrij staan. Dit maakt dat de kans op een langere doorlooptijd groter wordt. Bij een lage bezettingsgraad kunnen producten meteen verwerkt worden en heeft dit geen invloed. Een hoge bezettingsgraad komt vaak voor bij een bottleneck.

In een proces zijn er twee vormen van input: vast en variërend (Steiner & MacKay, 2005). Een vaste input verandert alleen als je hier bewust iets aandoet. Dit kan bijvoorbeeld de materiaalsoort zijn of het type machine. Een wisselende vorm van variatie ontstaat zonder dat dit bewust is. Dit kan bijvoorbeeld de interpretatie van een instructie door een medewerker of de temperatuur van een lastoorts zijn. Het is van belang dat goed onthouden wordt dat vaste input toch kan variëren. Zo beschrijven Steiner &

MacKay bijvoorbeeld dat werkinstructies een vaste input is maar de implementatie van de instructies kan variëren van medewerker tot medewerker (2005). Hetzelfde geldt voor variatie, er bestaat gecontroleerde en willekeurige variatie. Gecontroleerde variatie komt door het veranderen van de input. Willekeurige variatie komt door variërende input.

Binnen een proces wil je de willekeurige variatie minimaliseren. Lagere willekeurige variatie leidt namelijk tot betere beheersbaarheid. Deze betere beheersbaarheid leidt vervolgens weer tot kortere wachttijd, kortere doorlooptijd en stabielere kwaliteit. Hierbij komt dan bijvoorbeeld dat de benutting van de machines hoger kan worden. Dit effect is gevisualiseerd in figuur 5 (The Effects Of The Variation, z.d.). Zoals te zien valt in de afbeelding heeft de rode lijn meer wachttijd en een lagere bezettingsgraad, dit komt doordat er meer variatie plaatsvindt in het proces. De groene lijn heeft een stuk minder variatie en hierdoor ook minder wachttijd en een hogere mogelijke bezettingsgraad. Dit leidt er vervolgens weer toe dat er meer geproduceerd kunnen worden. Daarbij kan het ook zijn de periodes met meer vraag leiden tot meer loketwachttijd. Meer vraag leidt tot een hogere bezettingsgraad, deze hoge bezettingsgraad leidt tot langere loketwachttijd.



Figuur 3.1: Invloed van variatie op maximale benutting

Verder kan er variatie zijn in bewerkingstijd. Binnen V&SH worden twee manieren van afkorten gebruikt, en vijf manieren van lassen. Dit zijn allemaal vormen van variatie. Dit kan leiden tot kortere/langere bewerkingstijd, en hiermee verandering in de loketwachttijd. Wanneer een product verwerkt wordt die veel bewerkingstijd heeft zal de kans dat een ander product moet wachten ook stijgen.

Stapelwachttijd

Wanneer producten wachten op een bepaalde hoeveelheid ergens is er sprake van stapelwachttijd. Dit wordt ook wel de batchgrootte genoemd. Er zijn een twee vormen van batchgroottes. Een hiervan is de productiebatchgrootte. Dit draait om de minimale hoeveelheid waarop gewacht wordt tot een proces omgesteld wordt naar de productie van een ander proces. Overdrachtsbatchgrootte is het aantal producten dat tegelijk van 1 proces naar een ander proces vervoerd worden (Johnson, 2003). Wanneer er 10 producten verwerkt worden met een bewerkingstijd van 10 minuten voordat de producten overgedragen worden naar het volgende proces zouden zij dus 90 minuten stilliggen. Deze producten wachten dus op verwerking, of wachten tot de rest van de producten verwerkt zijn.

Completeringswachttijd

Wanneer producten wachten op andere producten voor verder verwerking is er sprake van completeringswachtijd. Dit ontstaat bijvoorbeeld bij het ontbreken van mensen, materiaal of gegevens. Ook kan dit ontstaan omdat processen niet goed op elkaar zijn afgestemd. Hierdoor is het ene proces sneller klaar dan het andere proces en moet er gewacht worden op de producten.

Werkvloer

Vanaf de werkvloer worden een aantal factoren genoemd die mogelijk invloed hebben op de hoeveelheid wachttijd. Een van de zaken die meermaals genoemd werd door medewerkers van de Prefab was incompleet of beschadigd materiaal. Hierdoor kan een deel van het werk wel uitgevoerd worden maar het werk kan pas afgerond worden als het materiaal compleet is. Dit werd vaak genoemd als de belangrijkste oorzaak van wachttijd. Daarbij werd nog genoemd dat vanwege het materiaal vaak een veiligheidsmarge ingesteld wordt zodat er ruimte voor uitloop is.

Verder kwam naar voren dat de hoeveelheid werk mogelijk invloed heeft op de wachttijd. Er zijn namelijk maar een paar productielocaties en een beperkt aantal machines. Wanneer (bijna) al deze machines bezet zijn zal er naar verwachting wachttijd ontstaan.

Invloedsfactoren

Ontbreken materiaal

Uit gesprekken met medewerkers is gebleken dat er bij de leveringen van het materiaal regelmatig iets ontbreekt of beschadigd is. Verder werd genoemd dat de levertijden van materiaal lang zijn. De combinatie van deze twee zaken maakt dat dit gezien wordt als mogelijke invloedsfactor. Daarbij leidt dit tot het feit dat er veiligheidsmarges ingesteld worden zodat het project wel afgerond kan worden.

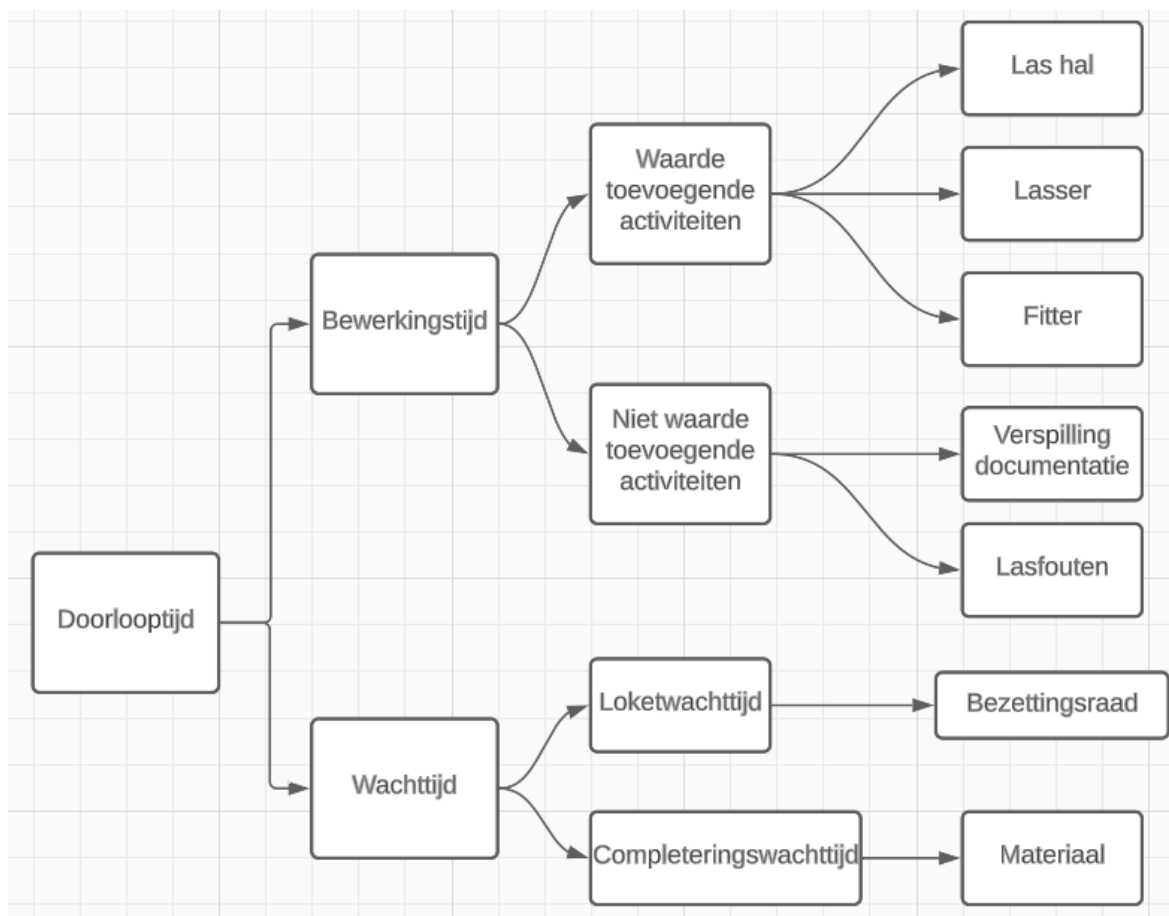
Bezettingsgraad

Het werken met de Prefab methode is bedoeld om factoren zoals het weer, zoveel mogelijk uit te sluiten. Toch hebben de klanten van de Prefab wel last van deze factoren. Dit maakt dat de vraag naar Prefab producten vaak in pieken werkt. Er wordt op basis van de theorie en werkvloer verwacht dat deze variatie in vraag leidt tot pieken in de bezettingsgraad. Dit leidt mogelijk weer tot wachttijd.

3.1.3 Conceptueel model

Op basis van de theorie en input van medewerkers is onderstaand conceptueel oorzaak-gevolg model opgesteld dat als relevant gezien wordt voor dit project. Aan de hand van dit conceptueel model kan in paragraaf 3.3 een meetplan voor de X-en opgesteld worden. Het conceptueel model geeft de verwachte oorzaak-gevolg relatie weer. Hier zijn alleen de relevante zaken benoemd, vormen van bijvoorbeeld wachttijd die voor nu niet als relevant gezien worden zijn achterwege gelaten.

In het conceptueel model staat links de afhankelijke factor, in dit geval de doorlooptijd. De eerste aftakking van deze doorlooptijd is de opsplitsing in bewerkingstijd/wachttijd. De tweede aftakking zijn mogelijke invloedsfactoren, ook wel de onafhankelijke factoren. Vervolgens zal onderscheidt gemaakt worden in bepaalde vormen, zoals de vormen van wachttijd. Tot slot zullen de specifieke invloedsfactoren volgen.



Figuur 3.2: Conceptueel model

In bovenstaand conceptueel model wordt onderscheidt gemaakt in twee factoren: bewerkingstijd en wachttijd. Binnen de bewerkingstijd wordt onderscheidt in de eerdergenoemde factoren: waarde toevoegende activiteiten en niet waarde toevoegende activiteiten. Binnen de waarde toevoegende activiteiten hebben drie zaken mogelijk invloed: las hal, lasser en fitter. Binnen de niet waar de toevoegende activiteiten zijn twee zaken van mogelijk invloed: verspillingen in het documenteren en lasfouten.

Op al deze bewerkingsfactoren zijn nog twee factoren van invloed (deze staan niet in het model): snelheid en specifieke (sub-)activiteit. Deze doelen op tijd waarin bepaalde handelingen worden uitgevoerd en de specifieke activiteit die wordt uitgevoerd. Bijvoorbeeld 10 minuten besteedt aan het maken van een bepaald type las of het registreren van een materiaal ontvangst in een uur. Maar ook kunnen de factoren onderling nog invloed op elkaar hebben. De lasser kan bijvoorbeeld van invloed zijn op de lasfouten, of de las hal van invloed op de lasfouten.

De wachttijd wordt onderverdeeld in twee relevante vormen van wachttijd: loketwachttijd en completeringswachttijd. Op loketwachttijd heeft de bezettingsgraad waarschijnlijk invloed. Bij de completeringswachttijd is het ontbreken van materiaal waarschijnlijk van invloed.

Hoofd- en deelvragen

Ook kunnen er hoofd- en deelvragen opgesteld worden. Hierbij worden twee hoofdvragen opgesteld, één voor de doorlooptijd en één voor de bewerkingstijd. Onderstaand een overzicht van de vragen behorend bij dit project.

Hoofdvraag 1: Op welke manier kan het percentage kleine projecten met een doorlooptijd <45 dagen verhoogd worden van 44 naar 90%?

Hoofdvraag 2: Op welke manier kan de gemiddelde bewerkingstijd van de kleine projecten op jaarbasis gereduceerd worden met 32 uur?

Deelvraag 1: Welke factoren zijn van invloed op de bewerkingstijd?

Deelvraag 2: Welke factoren zijn van invloed op de wachttijd?

Deelvraag 3: Wat zijn de rootcauses van gevonden invloedsfactoren?

Deelvraag 4: Hoe kunnen deze rootcauses verholpen worden?

Deelvraag 5: Hoe kunnen deze verbeteringen geborgd worden

3.3 Meetplan

In de onderstaande tabel is het meetplan weergegeven. Hierbij zijn de CTQ's uit de CTQ flowdown meegenomen. Per zaak wordt weergegeven: wat gemeten wordt (groen), data soort (oranje), en informatie over de steekproef (geel). Het meetplan is een combinatie van de gegevens uit de CTQ flowdown en het conceptueel model. Onder het meetplan volgt een toelichting bij alle zaken die gemeten worden.

Meeteenheid (ding dat we meten)	Meetgrootte (wat we meten van de meeteenheid)	Waarom meten deze meetgrootte meten	Welk deel van het proces heeft de meting betrekking op/waar in het proces meet je dit (voor CTQs)	Type data: Discreet (tellen) of continu	Type data Kwantitatief/Kwantitatief	Schaal van data (nominaal, nominaal/binair, ordinaal interval, ratio)	Wat zijn de specificatielimieten (LSL/USL voor continu variabelen en goede waarden voor discrete variabelen)	Waar komt de informatie vandaan/wie verzamelt het?	Hoeveel gegevens verzamelen we? (steekproefgrootte)	Wat is de tijdsperiode waarin we verzamelen
Project	Doorlooptijd	CTQ 1	Van materiaal ontvangst tot product verzonden	Continue	Kwantitatief	Ratio	USL: 45 dagen	Schijf	15	2022
Project	Materiaal niet compleet geleverd	Potentiële X	Bij de materiaal ontvangst	Discreet	Kwalitatief	Binair	-	Schijf	15	2022
Project	Bezettingsgraad	Potentiële X	Van materiaal ontvangst tot product verzonden	Continue	Kwantitatief	Ratio	-	Uren registratie	Jaar	2022
Project	Bewerkingstijd	CTQ 2	Van materiaal ontvangst tot product verzonden	Continue	Kwantitatief	Ratio	USL: 700 uur	Uren registratie	15	2022
Project	Verspilling documentatie	Potentiële X	Van materiaal ontvangst tot product verzonden	Continue	Kwantitatief	Ratio	-	Medewerkers	Jaar	2022
Project	Fit uren	CTQ 2a	Het fitproces	Continue	Kwantitatief	Ratio	-	Uren registratie	15	2022
Project	Fitter	Potentiële X	Het fitproces	Discreet	Kwantitatief	Nominaal	-	Productie sheets	84	2021
Project	Las uren	CTQ 2b	Het lasproces	Continue	Kwantitatief	Ratio	-	Uren registratie	15	2022
Project	Lasfouten	Potentiële X	Het lasproces	Discreet	Kwantitatief	Ratio	-	Lasfouten registratie LTD	Jaar	2022
Project	Hal nummer	Potentiële X	Het lasproces	Discreet	Kwantitatief	Nominaal	-	Productie sheets	272	2021
Project	Lasser	Potentiële X	Het lasproces	Discreet	Kwantitatief	Nominaal	-	Productie sheets	272	2021

Figuur 3.3: Meetplan

Binnen V&SH staat de informatie op een aantal plekken. De eerste hiervan is de ‘N:/VHVT/Projecten’ schijf. Hierin staat de projectdocumentatie, zoals bijvoorbeeld materiaal ontvangst rapporten, verzendbonnen, foto’s van de producten en calculaties. De tweede is de urenregistratie, hierin wordt bijgehouden wanneer er bewerkingsuren door medewerkers zijn besteed aan een specifiek project. De derde is de productiviteitsregistratie, hierin houden lassers en fitters bij in drukke periodes op productiesheets (bijlage 10 & 11) bij welk werk zij hebben uitgevoerd. Dan zal er ook nog informatie opgehaald worden bij de medewerkers.

Voor zowel de projectdocumentatie als de urenregistratie geldt dat er data vanaf 2022 is gebruikt. Voor de productiviteitsregistratie is gebruik gemaakt van een document uit 2021, het jaar voor de steekproef. Het ontbrak de afgelopen periode aan voldoende werk om de gewenste data te meten. Daarom is besloten de beschikbare data van 2021 te gebruiken. Ondanks dat dit buiten de steekproef valt is dit relevant voor de analyse van dit project. Op basis van deze data worden namelijk zaken gemeten die minimaal beïnvloed zijn door de aanschaf van de nieuwe lasmachines. Voor het fitten geldt dat er helemaal niks veranderd is sinds 2021 en dus wordt de data hier zeker nog als relevant gezien. Voor het lassen zijn er nieuwe machines aangeschaft, deze hebben voor een algemene toename in de productiviteit gezorgd. Nu is het doel van de analyse van deze data dat het verschil in andere zaken aangetoond wordt. Bijvoorbeeld beschikbaarheid van materieel in de hal. De manipulatoren die in een hal staan zijn nog steeds hetzelfde als in 2021. En voor de lassers geldt ook dat het hier gaat om een algemene toename, de medewerkers zijn nog steeds hetzelfde. In overleg met Vincent & Edwoud is daarom besloten dat deze data nog als relevant genoeg gezien wordt voor verdere analyse.

CTQ 1 Doorlooptijd

De totale doorlooptijd kan berekend worden door te kijken naar de binnenkomst datum van het materiaal ten opzichte van het verzenden van het eindproduct. Er zullen 15 projecten gebruikt worden. Deze CTQ is belangrijk om te meten of aan de doelstelling voldaan kan worden. Bij binnenkomst van materiaal wordt een MRR-rapport gemaakt Hierin staan de volgende zaken: artikel ontvangstdatum, leverancier, artikelnummer, locatie (in dit geval altijd Prefab Veendam), chargenummer (specifiek identificatienummer van materiaal) en aantal. Hier wordt de ontvangstdatum geregistreerd, dit is de startdatum van de doorlooptijd. Bij verzending van de materialen wordt een verzendlijst opgesteld, inclusief verzenddatum. Hierbij worden ook foto’s van de artikelen op het transportvoertuig (meestal vrachtwagen) toegevoegd. In de verzendbewijzen map worden deze gegevens verzameld, de laatste verzending is het eindpunt van de doorlooptijd. Met behulp van de ‘=dagen()’ functie in Excel en ontvangst- en verzenddatum kan vervolgens de doorlooptijd van een project berekend worden

Potentiële X: Materiaal niet geleverd

Voor het ontbreken van materiaal zal gekeken worden naar de MRR-rapporten. Deze rapporten worden bij het ontvangen van materiaal ingevuld. Hier wordt genoteerd welk materiaal wel/niet aanwezig is en wat er mogelijk beschadigd is. Deze data zal verwerkt worden in hetzelfde bestand als waar de doorlooptijden van projecten bepaald zijn. Vervolgens kan de data opgesplitst worden in twee groepen. Doorlooptijden van projecten waarbij het materiaal wel aanwezig was, en doorlooptijden van projecten waar het materiaal niet aanwezig was.

Potentiële X: Bezettingsgraad

Een van de verwachte oorzaken van deze wachttijd is de bezettingsgraad. Hiervoor zal eerst gekeken moeten worden wat de bezettingsgraad van een bepaalde periode is. De bezettingsgraad wordt uitgedrukt in uren. Wanneer al deze uren gevuld zijn zal de bezettingsgraad maximaal zijn, dan is voor elke

werkplek iemand aanwezig. Dit komt dan neer op ongeveer 8.000 gelaste inches per week & 150 ton verwerkt materiaal per week (zie bijlage 2).

Hiervoor zijn twee gegevens nodig: gemaakte uren per week en maximale capaciteit per week. De gemaakte uren zijn per week geëxporteerd uit de urenregistratie. De maximale capaciteit is vastgesteld op 56.000 uren per jaar hierbij kan er 52 weken per jaar gewerkt worden. Dit betekent dat er $(56.000/52 = 1.076,92)$ 1.077 uur aan beschikbaarheid per week is. Dit samen wordt verwerkt in een Excel overzicht waarbij uiteindelijk een overzicht als onderstaand ontstaat.

	Voorbewerking	Testen	Lassen	Fitten	Totaal	Max. capaciteit	Bezettingsgraad in %
Week 1	108	17	306	326	757	1077	70,29
Week 2	104	56	353	432	945	1077	87,74
Week 3	72	49	270	426	817	1077	75,86

Figuur 3.4: Voorbeeld bezettingsgraad overzicht

CTQ 2: Bewerkingstijd

Er zal ook gekeken worden hoeveel bewerkingsuren er, per project, per bewerkingproces gemaakt zijn. Deze bewerkingsuren worden opgenomen in CTQ 2. CTQ 2 is hier de totale bewerkingstijd. Dit betreft de optelsom van alle geregistreerde uren. Er zijn twee processen die extra aandacht krijgen vanwege het hoge aantal uren. CTQ 2a gaat hierbij om de fit uren. CTQ2b gaat over de las uren.

Om te bepalen hoeveel bewerkingsuren er besteed zijn aan een bepaald proces wordt gekeken naar de urenregistratie. Hiervoor worden 15 projecten gebruikt. De urenregistratie wordt gedaan door de leidinggevende. Het wordt dagelijks geregistreerd in de overzichten. In figuur 6 is een voorbeeld van de urenregistratie te vinden. In het overzicht zijn de belangrijke gegevens geel gearceerd. De eerste hiervan is de datum. Hiermee kan gezien worden aan welk project door een werknemer is gewerkt op een bepaalde dag. Daaronder staan per dag telkens twee kolommen. In de linker kolom staat het aantal gewerkte uren, in de rechter kolom staat aan welk project er gewerkt is. Helemaal rechts staan totalen. Hier staat per week hoeveel uren er gewerkt zijn en aan welk project. Ook staat hier de uitgevoerde functie van een medewerker, een toelichting van de afkortingen is te vinden in figuur 7.

Deze uren worden verwerkt in het overzicht waar ook de doorlooptijden in verwerkt staan. Op deze manier is per project alle data overzichtelijk beschikbaar.

Uren registratie		Week: 14					Totaal	Functie	Project nummer
	maandag 4-4-2022	dinsdag 5-4-2022	woensdag 6-4-2022	donderdag 7-4-2022	vrijdag 8-4-2022				
4									
Naam	8 GU Venkelweg	8 GU Venkelweg	8 GU Venkelweg	8 GU Venkelweg	4 GU Venkelweg	36	GU Venkelweg	L	PR03220026
Nummer	Air Products	Air Products	Air Products	Air Products	Air Products	0	Air Products	L	
	GU Exxon	GU Exxon	GU Exxon	GU Exxon	GU Exxon	0	GU Exxon	L	PR03220013
	OpLeiding	OpLeiding	OpLeiding	OpLeiding	OpLeiding	0	OpLeiding	L	PR03220026
KM vergoeding	GU Zaltbommel	GU Zaltbommel	GU Zaltbommel	GU Zaltbommel	GU Zaltbommel	0	GU Zaltbommel	L	PR03210030
	Ziek	Ziek	Ziek	Ziek	Ziek	0	Ziek	L	

Figuur 2.4: Voorbeeld uren registratie

Voorbewerking	V
Testen	T
Lasser	L
Fitter	F
Feestdag	A

Figuur 3.5 Toelichting afkortingen uren registratie

Potentiële X: Verspilling documentatie

Deze X kwam naar voren in de VSM. Vanwege het late ontdekken van de verspilling is het lastig om alles nog te meten en dus zal de data op een andere manier verzameld moeten worden. De data hiervoor zal daarom verzameld worden aan de hand van interviews en indien mogelijk een paar metingen. Voor deze verzameling zal voornamelijk gebruik gemaakt worden van werkvoorbereiders. Maar ook zullen leidinggevenden en andere medewerkers met relevante kennis gevraagd worden. Hier zal geïnformeerd worden naar de taken die gedocumenteerd moeten worden en de duur van deze zaken.

CTQ 2a: Fit uren

De fit uren worden samen met CTQ 2 verzameld uit de urenregistratie. Dit wordt verwerkt in het overzicht met de bewerkingstijd en doorlooptijden.

Potentiële X: Fitter

Wanneer er meer werk is bij de Prefab wordt de productiviteit van de fitters bijgehouden. Hierbij vullen zij het formulier in die in bijlage 11 te vinden is. Hier wordt kort bijgehouden wat, waar en hoeveel zij verwerkt hebben. Dit alles wordt vervolgens opgeslagen in een bestand. Deze data komt uit 2021 omdat dit het laatste jaar was waarin genoeg werk was. Voor het fitten is er niks veranderd en dezelfde fitters zijn nog in dienst. Daarom zal onderzoek gedaan worden aan de hand van deze data.

Voor deze data zal de steekproefgrootte berekend moeten worden. Er wordt op basis van 30 projecten de standaarddeviatie geschat. Dit is ongeveer 14. Het gekozen betrouwbaarheidsniveau is weer 95%. De foutmarge is hier 3, dit houdt in dat er 3 DI foutmarge mag zijn. Dit is door de onderzoeker bepaald als een acceptabele foutmarge. Deze gegevens worden ingevoerd in de steekproefcalculator van Skoledo (2022a). Deze hanteert de volgende formule: $n = ((Z * \sigma) / FM)^2$. Hiermee komt de steekproef op $83,66 = 84$.

n = steekproefomvang	83,66
Z = betrouwbaarheidsniveau.	1,96 Z = 95%
σ = de standaard deviatie van de populatie.	14
FM = de FoutMarge	3

Figuur 3.6: Steekproefcalculator

Op basis van deze steekproefgrootte worden willekeurig 84 werkdagen gekozen. Van deze werkdagen worden twee gegevens geregistreerd: fitter en verwerkte DI dag. Op basis van deze gegevens kan vervolgens een overzicht gemaakt worden met het aantal DI dat een fitter verwerkt heeft op een bepaalde dag. De namen van de fitters worden hier afgekort in verband met privacy.

CTQ 2b: Las uren

CTQ 2b wordt op dezelfde manier geregistreerd als CTQ 2a.

Potentiële X: Lasfouts

Dan zal er nog gekeken worden naar de invloed van NA lassen op de las uren. Dit wordt uitgedrukt in een percentage omdat de hersteltijd niet geregistreerd wordt. Dit percentage wordt geregistreerd door de LTD en is via Edwoud verkregen. De LTD registreert elke niet acceptabele las in een overzicht. Voor dit onderzoek is gekeken naar het totaal aantal gemaakte lassen en het aantal dat niet acceptabel was. Dit is een tabel gezet en kan vervolgens geanalyseerd worden.

Ook is er nog gevraagd om een schatting van de hersteltijd van een NA las. Dit is gevraagd aan de LTD en Vincent. De hersteltijd van een las is zeer divers. Moet er een klein stukje gecorrigeerd worden, of

moet de hele las opnieuw gemaakt worden? Daarom is een gemiddelde gevraagd. Ditmaal het aantal foute lassen geeft een inschatting van de hersteltijd op jaarbasis.

Potentiële X: Hal nummer

Gezien de verschillende machines en capaciteiten in de hallen wordt ook de invloed van de hal gemeten op de gelaste hoeveelheid per dag. De lassers vullen in drukkeren perioden het document in bijlage 10 in waarmee de organisatie de productiviteit kan bijhouden.

Op basis van 30 projecten (minimale grootte van een steekproef met continue data) wordt geschat dat de standaarddeviatie ongeveer 42 DI is. Er is gekozen voor de standaard betrouwbaarheid van 95%. Op basis van deze standaarddeviatie is een foutmarge van 5 DI acceptabel. Dit zou betekenen dat het betrouwbaarheidsinterval van 37 tot 47 is, dit vinden de medewerkers acceptabel. De steekproefcalculator in figuur 3.7 bepaald vervolgens dat de steekproef 271,06 = 272 werkdagen moet zijn. Deze hanteert dezelfde formule als de steekproefcalculator als in figuur 3.6.

n = steekproefomvang	271,06
Z = betrouwbaarheidsniveau.	1,96 Z = 95%
σ = de standaard deviatie van de populatie.	42
FM = de FoutMarge	5

Figuur 3.7: Steekproefcalculator (2)

Er worden willekeurig 272 werkdagen gekozen. Hiervan wordt het aantal verwerkte DI + het hal nummer verwerkt in een overzicht. Dit kan vervolgens in de analyse fase geanalyseerd worden.

Potentiële X: Lasser

Voor deze X wordt dezelfde steekproef gebruikt als bovenstaand, 272 werkdagen. Het betreft namelijk dezelfde data. Aanvullend op deze data wordt nog de lasser geregistreerd. Namen worden hier net als bij de fitters afgekort in verband de privacy van de medewerkers.

3.4 Betrouwbaarheid data

Gezien het lage aantal projecten in een jaar zal er gebruik gemaakt worden van secundaire data. Dit betekent dat er eerder verzamelde data gebruikt zal worden voor de analyses. Dit is een minder directe/zuivere manier van meten. Het is daarom van belang dat aannemelijk gemaakt wordt dat de data betrouwbaar en nauwkeurig genoeg is om uit spraken te doen. Het is te verwachten dat wanneer niet direct gemeten wordt er mogelijk meer factoren invloed hebben gehad op een resultaat. De kwaliteit van deze meetsystemen zal verder behandeld worden in paragraaf 3.6 Er zal gebruik gemaakt worden van een steekproef bestaande uit 15 projecten. Dit zijn de kleine projecten (tot 700 uur) van afgelopen jaar. Afgelopen jaar zijn er een aantal nieuwe lasmachines aangeschaft waardoor de algehele productiviteit in het lasproces gestegen is en er een algehele verschuiving heeft plaats gevonden in de las uren. Verder worden de middel/grote projecten achterwege gelaten vanwege de verstoring, zoals een verschuiving van de gemiddelden, die zouden ontstaan door deze projecten.

Er wordt dus geselecteerd op bruikbare informatie. Dit wordt ook wel een pragmatische steekproef genoemd. Bij een pragmatische steekproef is het van belang om te kijken wat de foutmarge en het betrouwbaarheidsinterval van de steekproef is. Omdat de doelstelling betrekking heeft op zowel de doorlooptijd als de bewerkingstijd wordt voor beide de foutmarge en het betrouwbaarheidsinterval bepaald.

Hiervoor zijn een aantal gegevens nodig:

- Z = betrouwbaarheidsniveau = 95% = waarde van 1,96
- σ = standaardafwijking van de steekproef = 21,09 (doorlooptijd) & 142,40 (bewerkingstijd)
- Steekproefomvang = 15

Dit wordt ingevuld in de volgende formule: $z^*(\sigma/\sqrt{\text{steekproefomvang}})$

Doorlooptijd = $1,96*(21,09/\sqrt{15}) = 10,67$ dagen

Bewerkingstijd = $1,96*(142,40/\sqrt{15}) = 74,75$ uren

Aan de hand van de foutmarge van 10,67 kan het betrouwbaarheidsinterval van de doorlooptijd bepaald worden. Het betrouwbaarheidsinterval is tweemaal de foutmarge. Dit betekent in dit geval dat het betrouwbaarheidsinterval is: 40,86 tot 62,20 dagen.

Ook kan aan de hand van de foutmarge van 74,75 uren het betrouwbaarheidsinterval van de doorlooptijd bepaald worden. Dit betrouwbaarheidsinterval is: 279,35 tot 428,85.

Dit betekent dat in 95% van de gevallen (19 van de 20 steekproeven) het werkelijke gemiddelde valt in het berekende betrouwbaarheidsinterval. Dit interval en de foutmarge wijzen op het feit dat de genomen steekproef een relatief lage betrouwbaarheid heeft. Dit heeft een drietal mogelijke gevolgen voor het project. Per gevolg zal eerst een toelichting gegeven worden.

1. Onnauwkeurige resultaten: een grote foutmarge leidt mogelijk tot resultaten die niet nauwkeurig genoeg zijn. Hierdoor kan twijfel ontstaan over de werkelijke vooruitgang en/of het bereiken van de doelstelling.
2. Gebrek aan vertrouwen: een grote foutmarge kan het vertrouwen in de betrouwbaarheid van de gegevens en doelstelling verminderen. Dit kan leiden tot twijfel bij belanghebbenden en verminderd de geloofwaardigheid van het project en inspanningen.
3. Moeilijkheden bij besluitvorming: het maken van beslissingen op basis van data met een grote foutmarge kan moeilijk zijn voor organisaties. Het gebrek aan nauwkeurigheid kan namelijk

leiden tot verkeerde inschattingen of het nemen van beslissingen op basis van verkeerde informatie.

4. Niet voldoen aan verwachtingen: als de doelstellingen niet nauwkeurig genoeg bepaald zijn vanwege de grote foutmarge kan het lastig zijn om te bepalen of de doelen behaald zijn. ER kan dan namelijk niet met zekerheid gezegd worden dat het halen van de doelen ligt aan de doorgevoerde veranderingen.

Dan is de betrouwbaarheid zo goed als mogelijk geborgd met de onderstaande methoden:

1. Controleren van de meetsystemen: zie paragraaf 3.6 voor een bespreking van de meetsystemen.
2. Communicatie met belanghebbenden: alle data is besproken met de belanghebbenden. Hierin is gekeken of de uitslagen van de data overeenkomen met de verwachte waarden. Ook is gekeken of er afwijkingen gevonden konden worden in de data, indien dit aanwezig was is onderzoek gedaan naar de oorzaak en is dit gecorrigeerd.
3. Uitvoeren van verdiepende analyses: tijdens het onderzoek is niet alleen gekeken naar de beschikbare data uit de steekproef, ook is gevraagd naar de input van medewerkers. Dit zorgt samen voor het bepalen van invloedsfactoren en rootcauses. Indien er nog meer data beschikbaar was naast de steekproef is dit gebruikt bij deze analyses.

3.5 Kwaliteitmeetsysteem

In de eerdere paragrafen zijn de manieren van gegevensverzameling besproken. In deze paragraaf zal hierop aanvullend de kwaliteit van meetsystemen behandeld worden. Eerst zal de meetresolutie aan bod komen. Vervolgens zal de kwaliteit van het meetsysteem bevestigd worden, indien nodig wordt hier een MSA uitgevoerd.

3.5.1 Meetresolutie

Over het algemeen geldt dat de resolutie-eenheid tenminste tienmaal binnen de spreidingsrange of specificatiebreedte moet passen. Aangezien het bij V&SH over weken gaat wordt er gekeken naar de dagen voor de doorlooptijd. Voor de bewerkingstijd zijn uren ook beschikbaar, en dus worden deze gebruikt.

3.5.2 Kwaliteit systeem

De documenten in het systeem geven veel data weer zoals: ontvangstdatum, verzenddatum, urenregistratie enzovoorts. Deze gegevens zijn secundair en daarom niet meer na te meten. Toch is het van belang om aan te tonen dat deze data bruikbaar is.

Urenregistratie

Normaliter worden de uren geregistreerd door Vincent in een Excel bestand. Vaak is het zo dat medewerkers meerdere dagen aan hetzelfde project werken waardoor de urenregistratie relatief simpel is. Daarbij wordt gewerkt aan de hand van een planning waarmee de kans op foute registratie minimaal is.

Ter bevestiging van zijn registraties zijn formulieren ingevuld door de voormannen (voorbeeld in bijlage 12). Deze zijn vergeleken met de urenregistraties in het systeem. Hierin zijn geen afwijkingen gevonden waardoor het verder uitvoeren van een meetsysteemanalyse achterwege gelaten wordt.

Ontvangst & verzending materiaal

Om te bepalen wat de doorlooptijd van een order is zal gekeken worden naar het moment van ontvangen van het materiaal tot dat het laatste materiaal verzonden is. Bij ontvangst van materiaal wordt een MRR-report opgesteld. Wanneer er materiaal te veel, te kort of beschadigd wordt geleverd kan de leverancier

hier dan meteen iets aan doen. Hiermee worden fouten in een niet beïnvloedbaar proces zo vroeg mogelijk verholpen. Dan worden de lijsten altijd door twee partijen (chauffeur en V&SH werknemer) ter plekke ondertekend, met datum, ter bevestiging van ontvangst.

Materialen worden vaak over meer zendingen verzonden. Dit betekent dat er verschillende verzenddagen zijn. Omdat er gekeken wordt naar de hele doorlooptijd zal er gekeken worden naar het moment dat alle producten verzonden zijn, de laatste verzenddatum. Wanneer het materiaal verzonden wordt zal er een bewijs van verzending gemaakt worden. Hierop staan foto's van de onbeschadigde producten en hier wordt de verzenddatum opgezet. Net als ontvangen geldt ook hier dat een document gecontroleerd en getekend wordt door de verzendende partij (V&SH) en de ontvanger (in dit geval de chauffeur).

Het uitvoeren van een MSA op de MRR-rapporten is gezien de tijd lastig. Er is momenteel weinig werk en dus wordt er maar zelden materiaal ontvangen. De data wordt toch geborgd door het feit dat de documenten door twee mensen gecontroleerd worden. De chauffeur en de werknemer van V&SH controleren en tekenen de documenten. Daarbij is het zo dat in de meeste gevallen een ontvangst bon of iets vergelijkbaars ontvangen wordt + het MRR-rapport opgesteld wordt. Tijdens het verzamelen van de data zijn alle beschikbare documenten gecontroleerd op datum, hier zaten geen afwijkingen in de datums.

Dan bestaat er nog de mogelijkheid op beschadigd of ontbrekend materiaal bij ontvangst. Dit is belangrijk voor de identificatie van de invloedsfactoren. Wanneer materiaal ontbreekt of beschadigd is wordt dit bij ontvangst geregistreerd. Deze vorm van controle kan geborgd worden door het feit dat juistheid vereist wordt. Indien er namelijk iets gemist wordt zal dit met terugwerkende kracht gecorrigeerd worden. Een pijp die ovaal is van vorm, of die beschadigd is, kan namelijk niet gebruikt worden. Ook wordt het materiaal geteld. Hiervoor geldt ook dat dit met terugwerkende kracht gecorrigeerd moet worden, anders kan het project niet afgerond worden. Uit de documenten en gesprekken met medewerkers is gebleken dat hier zelden tot nooit fouten gemaakt worden. Hiermee wordt de data voldoende betrouwbaar geacht.

Productiviteit fitters & lassers

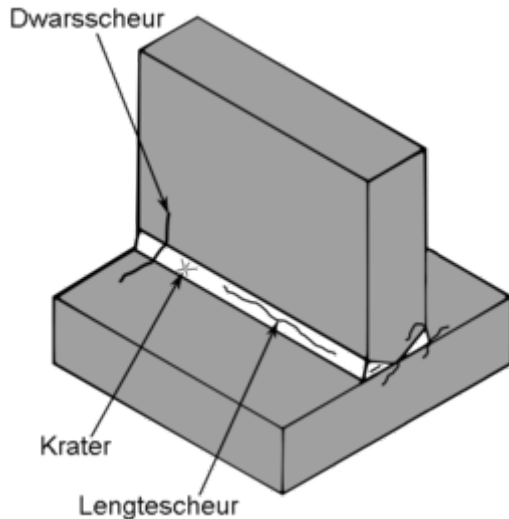
In periodes waar meer werk is wordt de productiviteit van de fitters & lassers bijgehouden. Dit wordt gedaan aan de hand van de formulieren in bijlage 10 & 11. Om de kwaliteit van dit meetsysteem zo goed mogelijk te waarborgen wordt het registreren zo simpel mogelijk gehouden. Bij aanvang van de dag worden een aantal basisgegevens genoteerd: naam, datum en project. Vervolgens wordt tijdens het werken bijgehouden hoeveel van een bepaalde diameter verwerkt worden. Indien de materiaal soort iets anders dan koolstofstaal is wordt dit genoteerd. Ook wordt hier de productiehal genoteerd.

Met terugwerkende kracht kan er geen MSA uitgevoerd worden op deze data. Toch wordt de data als voldoende betrouwbaar geacht. Er hoeven maar een aantal simpele acties gedurende de dag worden uitgevoerd. Wanneer 1 las is uitgevoerd wordt een streepje gezet, aan het eind van de dag worden de streepjes geteld per diameter en wordt dit in het systeem gezet. Hetzelfde doen de fitters, alleen dan met fit werk.

Lasfouten

Omdat veel klanten een minimale kwaliteitseis hebben wat betreft het lasproces zijn alle lassers van V&SH gecertificeerd. Toch is het verplicht om een kwaliteitscontrole uit te voeren op de lassen. Er wordt eerst een NDO (niet destructief onderzoek) uitgevoerd. Dit start met een visuele inspectie op de lassen, hier kunnen zaken als scheuren en kraters (zoals in figuur 3.8).

<https://www.wikiwand.com/nl/Lasfouten>) eenvoudig herkend worden. Hiermee worden alleen oppervlakkige fouten herkend. Dan is er nog penetrant onderzoek. Hier wordt een penetrerende vloeistof op het oppervlak gespoten, vervolgens wordt het oppervlak schoongemaakt. Daarna wordt met een zogeheten ontwikkelaar gezogen en komt vloeistof omhoog bij scheuren. Deze vorm van controle kan fouten die met het oog gemist worden alsnog naar boven halen.



Figuur 3.8: Visuele lasfouten

Dan bestaat er ook nog de mogelijkheid om lassen inwendig op fouten te controleren. Dit wordt gedaan met radiografisch onderzoek, dit is zeer nauwkeurig maar veiligheid speelt hierbij een grote rol. Er komt namelijk straling vrij bij het uitvoeren van de onderzoeken. Hierom heeft V&SH besloten dit proces uit te besteden aan een gecertificeerde onderaannemer. Deze kan de inwendige kwaliteit waarborgen voor de organisatie.

Wanneer de NDO-inspecties klaar zijn wordt het geheel nog getest. Hierbij wordt al het materiaal aan elkaar bevestigd en afgesloten. Vervolgens wordt de druk opgevoerd tot een bepaalde grens, dit is afhankelijk van de latere toepassing van het geheel. Hiermee wordt getest of het geheel veilig gebruikt kan worden, en dus of de lassen goed zijn. Wanneer het materiaal ook voor deze test slaagt kan met zekerheid gezegd worden dat de kwaliteit van het uitgevoerde werk voldoende is. Vervolgens is het product klaar voor verzending.

Meetings

Dan zal er tijdens een aantal meetings data verzameld worden. Om de betrouwbaarheid van deze verzamelde informatie te waarborgen zullen hier indien mogelijk meerdere mensen bij betrokken zijn. Op deze manier kunnen mensen op elkaar reageren. De inzichten en kennis worden hier dan ook gebundeld. Mensen kunnen hier in discussie gaan over bepaalde onderwerpen waardoor mogelijk interessante inzichten bovenkomen. Sinds de aanvang van de stage is gebleken dat medewerkers niet bang zijn om hun mening te geven dus het feit dat mensen terughoudend zijn moet geen probleem zijn. Toch zal de Black Belt letten op voldoende input en betrokkenheid van medewerkers.

3.6 Analysemethoden

Om processen te analyseren zijn er twee type instrumenten: (cijfer-)data en proces. Met op data gebaseerde instrumenten kunnen grafische weergaven van een proces gemaakt worden. Procesinstrumenten vereisen geen data maar kunnen toch gebruikt worden om analyses uit te voeren. Onder de cijfer-data instrumenten vallen onder andere: histogram, boxplot, multi-vari

chart, spreidingsdiagram en pareto analyse (Skoledo, 2022b). Onder de proces gebaseerde instrumenten vallen onder andere: procesmodellering, spaghetti diagram, GAP-model, visgraat diagram, 7 verspillingen, 5 x waarom, FMEA en TOC (Skoledo, 2022d).

In deze paragraaf zal eerst de analyse van de Y behandeld worden. Vervolgens zal behandeld worden hoe mogelijke X-en geanalyseerd gaan worden.

3.6.1 Analyse van de Y

Histogram

Een histogram geeft de frequentieverdeling van een proces weer. Zijn er bijvoorbeeld veel korte of lange projecten. Of is de verdeling juist vlak. Hoe hoger de piek in een histogram is, hoe vaker de bepaalde meting voorkomt. In dit geval zal een hoge piek betekenen dat er veel projecten van ongeveer die lengte zijn. Een lage piek betekent dat iets niet vaak voorkomt.

Om eerste beeld van de Y te krijgen zal een histogram gemaakt worden met hierin de normale verdeling. Er kan vervolgens gezien worden hoe de verdeling van de projecten is. Ook kan hier gekeken worden wat de gemiddelde doorlooptijd precies is en wat de standaardafwijking is.

Probability plot

Een probability plot is een grafische methode om te kijken of een data set een bepaalde distributie volgt. In dit geval gaat het om de normale verdeling. Het is van belang om te weten of de data in het proces normaal verdeeld is. Is dit niet zo dan mogen een groot deel van de hypothesetoetsen niet uitgevoerd worden. Dit kan getoetst worden met een probability plot. In deze probability plot moet de focus gelegd worden op de normale verdeling.

Wanneer de P-waarde groter is dan 0,05 dan is de verdeling normaal verdeeld. Is deze waarde lager dan is de data niet normaal verdeeld.

Control chart

Een control chart laat zien of een proces statistisch beheerst is. Dit is de tweede eis voor het uitvoeren van hypothesetoetsen. Is een proces niet beheerst dan is deze onvoorspelbaar en zijn uitspraken die gedaan worden niet/nauwelijks te verantwoorden. Dit wordt gedaan door te kijken of er sprake is van normale of bijzondere variatie. Wanneer een meting buiten de limieten valt is er sprake van bijzondere variatie. Maar ook een verschuiving van het gemiddelde kan duiden op bijzondere variatie.

In dit geval valt op basis van bijlage 8 te bepalen dat er een I-MR chart gemaakt moet worden. Het betreft hier namelijk continue data die niet verdeeld is in subcategorieën. De I-MR chart geeft twee dingen weer. De eerste chart geeft de individuele waarneming weer, in dit geval de doorlooptijd van een project. De tweede chart geeft de moving range weer, dit is het verschil in doorlooptijd of bewerkingstijd ten opzichte van de vorige meting. Hiermee wordt de spreiding tussen twee achtereenvolgende projecten weergegeven.

Boxplot

Een boxplot is een visuele weergave van de verdeling van een dataset. In deze vorm worden de volgende gegeven weergegeven: minimum, eerste kwartiel, mediaan, derde kwartiel en maximum. De minimum is hierbij het laagste getal. De mediaan splitst de getallen in twee, het is de middelste waarde in een reeks. Het eerste en derde kwartiel zijn de mediaan van een helft. Waarbij het eerste kwartiel de laagste helft van de metingen verdeeld, en het derde kwartiel de hoogste helft van de metingen verdeeld. Op deze manier wordt de data verdeeld in vier kwartielen met elk evenveel metingen. Vervolgens kan

bijvoorbeeld de verdeling en variatie van de data gezien worden. Deze methode wordt gebruikt om de prestaties van de sub-Y bewerkingstijden te zien.

3.6.2 Value stream map

In de value stream map (VSM), ook wel waarde stroom analyse, wordt het proces visueel weergegeven met hierbij aanvullende relevante gegevens. Dit model is een combinatie van een data- en procesinstrument.

In de VSM worden gemiddelden weergegeven. Toch is het vanwege de hoge variatie in het proces ook interessant om de variatie weer te geven. Hierom zal de variatie per processtap ook nog besproken worden.

3.6.3 Bewerkingstijd

Er zal eerst per invloedsfactor bepaald moeten worden wat de mate van invloed is. Vervolgens zullen de rootcauses, of grondoorzaken, van de invloedsfactoren bepaald moeten worden. In de paragrafen komt in hoofdlijnen aan bod hoe de informatie geanalyseerd gaat worden.

Waarde toevoegende activiteiten

Fitter

Om de invloed van de fitter op het aantal verwerkte DI's te analyseren zal gebruik gemaakt worden van een individual value plot. Hierin wordt per fitter weergegeven hoeveel DI's zij verwerkt hebben. Elk punt in de plot geeft een meting weer. Hierdoor kan eenvoudig en effectief weergegeven worden wat de distributie en spreiding is van de gegevens. Hiermee kunnen de verwerkte hoeveelheden van de fitters vergeleken worden. In deze plot zal ook het gemiddelde van de lassers weergegeven worden, hiermee kan gekeken worden of hier een verschil in zit. Het gaat hierbij eerst om het inzichtelijk maken van eventuele variatie. Dit wordt vervolgens in een eventuele rootcause analyse uitgewerkt naar tijd.

Las hal

Voor de productiehal van het lassen zal gebruik gemaakt worden van een interval plot. Een interval plot geeft de betrouwbaarheidsintervallen van een groep weer. Er kan dan met 95% zekerheid gezegd worden dat de waarden in het interval vallen. Hiervoor is gekozen omdat er een aantal grote uitschieters in de data zitten. Wanneer bijvoorbeeld gebruik gemaakt zou worden van een boxplot of individual value plot zouden de uitschieters wel goed zichtbaar zijn maar zou het verschil tussen de hallen niet zichtbaar zijn. Het verschil tussen deze hallen is wat onderzocht wordt en dit zal het best zichtbaar zijn op basis van de betrouwbaarheidsintervallen. Er zal onderzoek gedaan worden om te kijken of het verschillende materieel van invloed is. Vervolgens zal in de rootcause analyse bepaald worden wat de exacte invloed is op de Y.

Lasser

Voor de invloed van de lasser op het aantal DI zal gebruik gemaakt worden van een individual value plot. Hierin worden de DI's afgezet tegen de lasser. Dit zal op dezelfde manier geanalyseerd worden als de fitters.

Hypothesetoetsen

Na de visuele analyse zal significantie getoetst worden aan de hand van een hypothesetoets. Hiervoor moet eerst gecontroleerd worden of de data set normaal verdeeld is en of het proces statistisch beheerst is. Dit zal gedaan worden met een probability plot en een control chart

Indien de data wel normaal verdeeld en statistisch beheerst is zal gebruik gemaakt worden van een analysis of variance (ANOVA). Dit is een hypothese toets waarbij de gemiddelden van meer dan 2 categorieën vergeleken worden, dat is bij alle waarde toevoegende activiteiten die onderzocht worden zo.

Indien de data niet normaal verdeeld is kan dit omgevormd worden met een Box Cox transformatie of een Johnson transformatie. Indien het proces niet statistisch beheerst is of de data niet getransformeerd kan worden zal uitgeweken worden naar hypothese toetsen op basis van de mediaan. Hier kan dan gebruik gemaakt worden van: Kruskal-Wallis test, Mann Whitney test of Mood's Median test. Dit is afhankelijk van twee zaken: is de data normaal verdeeld en zijn er duidelijke uitschieters. Dit zal bepaald worden in de analyse fase aan de hand van bijlage 13 (Skoledo, 2022c).

Niet waarde toevoegende activiteiten

Lasfouten

Ook zal voor de bewerkingstijd gekeken worden naar afval/beschadigingen. Er zal gekeken worden wat het foutpercentage binnen het lasproces afgelopen jaar was. Dit zal uitgedrukt worden in twee cirkeldiagrammen. Eén voor de verdeling van het totale aantal lassen dat gecontroleerd is, en één voor de verdeling van NA lassen. Er zal eerst gekeken worden of er voldaan kan worden aan de gestelde eis van 3%. Vervolgens zal gekeken worden of er een proces is dat opvalt in de cirkeldiagram met de NA lassen. Hier kan bijvoorbeeld gekeken worden of er een proces is dat een groot deel van de NA lassen betreft, of dat er mogelijk een lasproces is met in verhouding een hoog NA percentage ten opzichte van het totale aantal lassen.

Om te bepalen wat de invloed van deze invloedsfactor op de bewerkingstijd is zal een schatting gemaakt worden van de hersteltijd van een NA las. Dit kan vermenigvuldigd worden met het totale aantal NA lassen. Dit kan vervolgens afgezet worden tegen de uren die gemaakt zijn.

Verspilling documentatie

In paragraaf 3.2 zijn de verschillende verspillingen behandeld. Deze zijn inzichtelijk gemaakt in de VSM waardoor deze X met terugwerkende kracht is toegevoegd. Verdere analyse zal gebeuren aan de hand van een aantal gesprekken met de werkvoorbereiders en Vincent & Inus. Hier zal verder inzichtelijk gemaakt worden wat de invloed is van de verspilling. Indien mogelijk zal er gemeten worden voor de maar er zal voornamelijk input van medewerkers gevraagd worden. Ook zal er gebruik gemaakt worden van een spaghettidiagram om de motion verspilling in kaart te brengen. Vervolgens zullen de tijden hierbij geschat worden.

Er zal in kaart gebracht worden in welke handelingen verspilling plaats vindt. Vervolgens wordt in kaart gebracht wat de duur van deze handelingen is. Hiermee kan de invloed van deze factor op de bewerkingstijd en doorlooptijd bepaald worden.

Hypothese toetsen

Dan zal ook hier de significantie getoetst worden. Bij de lasfouten gaat het om een verschil in percentages/propoities. Hier moet gekeken worden of de lasfouten kunnen voldoen aan de eis van 3%. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een 1 Proportion test.

Voor de verspilling in de documentatie is het niet mogelijk om gebruik te maken van een hypothesetoets. Hier zal gebruik gemaakt worden van observatie om de significantie te bepalen. Hier zal gebruik gemaakt worden van de input van medewerkers die betrokken zijn bij het proces, de werkvoorbereiders en hun leidinggevende.

3.6.4 Wachtijd

X Materiaal niet compleet geleverd

Voor het materiaal zal aan de hand van een individual value plot visueel geanalyseerd worden. Hierin worden de data punten vergeleken worden. Hierin zal ook het gemiddelde van de groepen weergegeven worden. Omdat het gaat om een kleine data set zal ook de input van betrokken medewerkers gevraagd worden. Dit zullen de medewerkers van kantoor zijn en het projectteam. Er zal onderzocht worden wat de invloed is van het ontbreken van materiaal op de doorlooptijd. Dit wordt uitgedrukt in dagen.

X Bezettingsgraad

De bezettingsgraad zal eerst in kaart gebracht worden. Er wordt hier gekeken naar het aantal gemaakte uren ten opzichte van de maximale capaciteit. Wanneer de maximale uren gebruikt worden zal de bezettingsgraad ook maximaal zijn.

Dit kan vervolgens afgezet worden tegen de doorlooptijden van de projecten. Dit zal uitgedrukt worden in een strokenplanning met rode (kunnen niet aan eis voldoen)/groene (kunnen wel aan eis voldoen) projecten. Het is niet mogelijk om hierbij gebruik te maken van een hypothese toets. Wanneer er dus verband lijkt te zijn tussen de bezettingsgraad en de doorlooptijden zal eerst gekeken moeten worden of de oorzaak van de lange doorlooptijd niet ergens anders ligt.

Hypothesetoetsen

Voor het materiaal zal eerst een hypothesetoets uitgevoerd worden. Dit zal een 2 sample t-test zijn waarin de groepen waar het materiaal wel en niet compleet geleverd is vergeleken worden. De normaliteit en statistische beheersing van deze data set zal al behandeld worden in de analyse van de Y. Indien hier niet aan voldaan kan worden zal hetzelfde stappenplan doorlopen worden als bij de hypothesetoetsen van de waarde toevoegende activiteiten.

Voor de bezettingsgraad kan geen hypothesetoets uitgevoerd worden. Hier wordt door middel van observatie van de bezettingsgraad ten opzichte van de doorlooptijden bepaald of er sprake is van een verband. Dit wordt gekoppeld aan de input van het projectteam. Vervolgens wordt op basis hiervan een conclusie getrokken.

3.6.5 Onderzoek naar rootcauses

Omdat nog niet exact duidelijk is wat de rootcauses zijn wordt er indien nodig nog verdiepend onderzoek gedaan. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het 5 x waarom (of 5 x Why) model.

‘5 x Why’ is een methode waarbij een probleem verder onderzocht kan worden. Het doel van de methode is het achterhalen van de grondoorzaak van een probleem. Dit wordt gedaan door vijfmaal de ‘waarom?’ vraag te stellen. Tijdens het uitvoeren de methode kan blijken dat er meerdere oorzaken zijn. Dan wordt per oorzaak een overzicht gemaakt. Omdat niet elke grondoorzaak met exact 5 keer Why te bepalen is wordt er doorgevraagd tot deelnemers antwoorden op de vraag met ‘daarom’, of wanneer de kernoorzaak achterhaald is.

Voor het invullen van dit model zal gebruik gemaakt worden van de betrokken medewerkers. Maar ook wordt gebruik gemaakt van mensen die op kantoor zitten. De LTD-medewerkers hebben vele jaren las ervaring en kunnen veel vertellen over de kernoorzaken in het lasproces.

5.

3.7 Proces capabiliteit

De proces capabiliteit kan uitgedrukt worden in de DPMO, het sigma niveau en de CP/CPK score. De DPMO drukt de proces prestatie uit door middel van het aantal defecten. De DPMO wordt op de volgende manier berekend:

$$DPMO = 1.000.000 * (D/(N*O))$$

D = het aantal defecten

N = het aantal eenheden

O = het aantal typen defect per eenheid

Omdat het project gaat over zowel doorlooptijd als bewerkingstijd zou verwacht worden dat voor beide het DPMO & Sigma niveau bepaald worden. Nu is er geen kritieke eis, of defect, voor de bewerkingstijd. Er zal dus alleen naar de doorlooptijd gekeken wordt. Voor de doorlooptijd is de grens gesteld op 45 dagen, alles wat hierboven komt is een defect. 8 van de 15 projecten hebben een doorlooptijd die boven deze grens valt, er zijn dus 8 defecten van één mogelijke soort defect. De populatie is 15. Onderstaand worden de gegevens in de formule verwerkt.

$$DPMO = 1.000.000 * (8/(15*1)) = 533.333,33$$

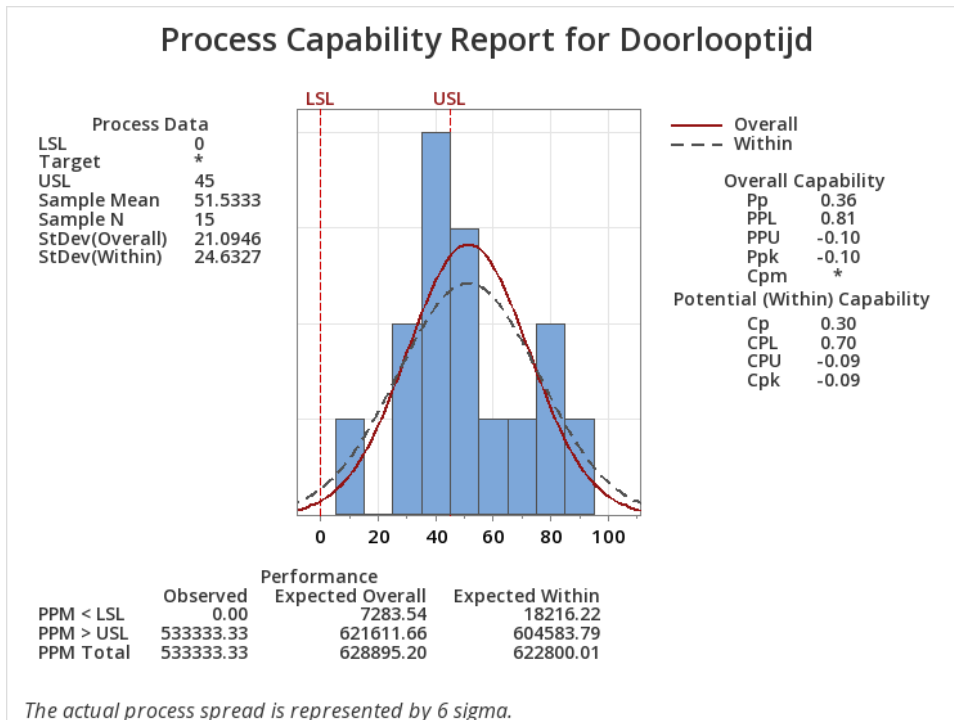
Er is dus sprake van een DPMO-niveau van 466.666. Dit leidt tot een sigma niveau van 1,41 (af te lezen in bijlage 9). Dit is een lage score, al was dit vanwege het lage aantal projecten dat momenteel kan voldoen aan de gewenste eis te verwachten.

Defecten	8	Defect
Populatie	15	Doorlooptijd langer dan 45 dagen
Defectmogelijkheden	1	
DPMO	533.333	
Sigma niveau	1,41	

Figuur 3.9: DPMO & Sigma tabel

Dan is ook nog de Cp en Cpk score te bepalen. Hoe groter de CP hoe beter het proces past tussen de specificaties. Deze zijn afgeleid van de stem van de klant, of de stem van de organisatie. Over het algemeen geldt dat een hoge Cp en Cpk score goede procesprestaties weergeeft. Omdat het proces niet gecentreerd is wordt gebruik gemaakt van de Cpk score. Dit is een score van -0,09. Deze score is lager dan 1 wat betekent dat het proces niet capabel is. Het feit dat deze score negatief is wijst erop dat meer dan de helft van de projecten buiten de specificatielimieten ligt. Dit wijst op een zeer slecht proces.

Het proces kan dus niet aan de specificaties voldoen en er zal verbetering nodig zijn.



Figuur 3.10: Process Capability Report Doorlooptijd

3.8 Tollgate

Voor de tollgate van de measure fase zijn ook weer aparte afspraken gemaakt. Met Edwoud is gesproken op 14 maart. Hierin hebben wij de aanpassing van de doelstelling (cyclustijd -> doorlooptijd) besproken. Verder heb ik het verslag toegelicht. Hij had een aantal kleine opmerkingen bij het verslag. Klaas is gesproken op 16 maart. Hij kwam met erg veel goede ideeën voor het project. Hij droeg een aantal mogelijke X-en aan zoals: niet efficiënt ingerichte werkomgeving, gebrek aan informatisering/automatisering en onduidelijke werkverdeling (Wie doet wat?). Dan heb ik Inus gesproken in een gesprek waarin data verzameling centraal stond. We hebben het project en de doelstelling kort besproken waarnaar de data in de systemen werd besproken. Wat valt er allemaal te vinden, en waar is dit te vinden. Uren worden bijvoorbeeld bijgehouden in 4PS, dit kan in een Excel overzicht gezet worden en vervolgens geanalyseerd. Verder staat begin- en einddatum in de systemen en is toegang voor deze systemen aangevraagd. Hij gaf aan dat er in verschillende systemen gewerkt werd en dat deze verouderd zijn. Verder was hij tevreden met het onderzoek. Ook Vincent is kort gesproken, hij gaf aan tevreden te zijn tot nu. Hij vindt vooral oplossingen van rootcauses belangrijk en wil hier focus op leggen. Dan is op 12-4 Edwoud gesproken. Hier is het onderzoek besproken. Hier droeg Edwoud onder andere nog informatie aan voor het rapport en heeft hij mij doorverwezen naar Vincent voor de uren registratie.

Handtekeningen ter bevestiging van de tollgate zijn te vinden in bijlage 7.

4 Analyse

In dit hoofdstuk zal de verzamelde data geanalyseerd worden. Dit zal starten met een analyse van de Y en sub-Y. Dit wordt opgevolgd door een Value Stream Map. In paragraaf 4.3 worden de invloedsfactoren geanalyseerd en geïdentificeerd. In paragraaf 4.4 wordt een overzicht van de rootcauses gegeven. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een tollgate.

4.1 Analyse van de Y

Er zal eerst een eerste analyse van de Y plaats vinden. Dit zal gebeuren voor zowel de doorlooptijd als de bewerkingstijd.

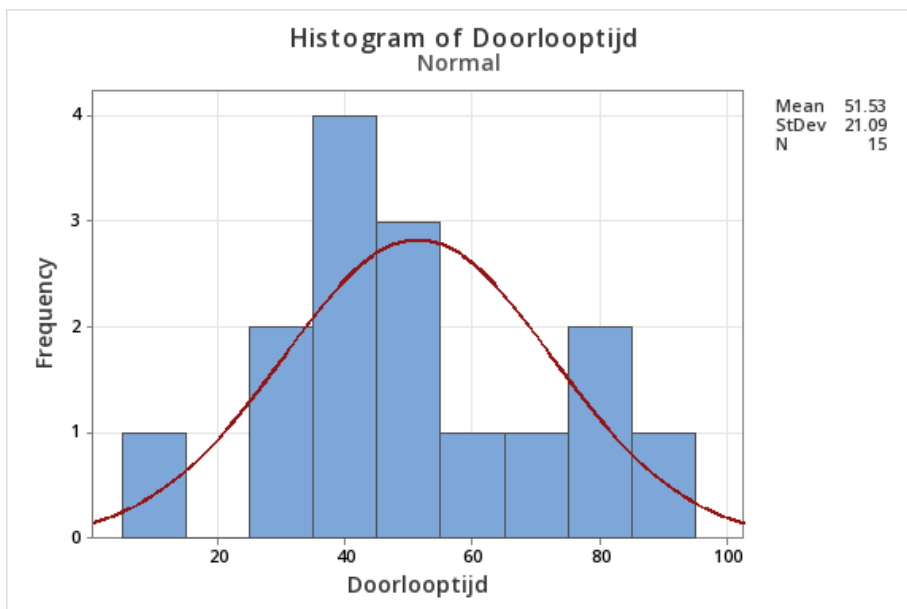
4.1.1 Doorlooptijd

De analyse van de Y zal starten met een histogram. Vervolgens wordt er naar de volgende twee zaken gekeken: is de verdeling normaal en is het proces statistisch beheerst. Dit zijn de vereisten voor het uitvoeren van hypothese toetsen. Dit wordt gedaan met behulp van een normaliteitstoets en een control chart.

Histogram

Onderstaand is het histogram van de Prefab te zien. De verdeling van de projecten lijkt hier normaal verdeeld. Toch zitten er iets meer projecten aan de linker kant van de verdeling. Er zal dus nog een normaliteitstoets uitgevoerd moeten worden.

Gemiddeld is de doorlooptijd van de projecten 51,53 dagen. Hierbij geldt een standaardafwijking van 21,09 dagen. De steekproef is 15 projecten. Opvallend is dat er project is met een doorlooptijd van maar tien dagen. Wanneer in dit project gedoken valt op dat er maar 122,5 bewerkingsuren zijn gemaakt, dit is voor een Prefab project zeer weinig. Verder valt op dat zodra het materiaal binnen was er ook meteen begonnen werd met verwerken waardoor het project in maar tien dagen afgerond kon worden.



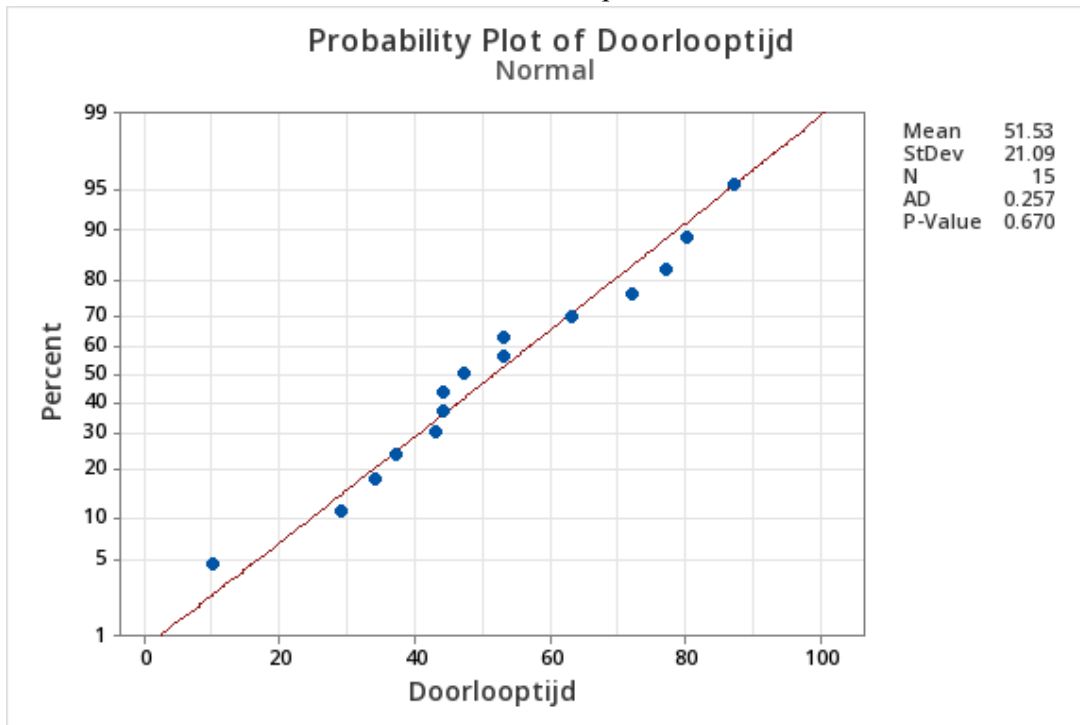
Figuur 4.1: Histogram Doorlooptijd

Normaliteitstest

De bovenstaande histogram lijkt enigszins op een normale verdeling (rode lijn in het figuur), al is dit nog niet met zekerheid te zeggen. Veel statistische toetsen vereisen een normale verdeling. Daarom is

het van belang om te toetsen of de data daadwerkelijk normaal verdeeld is. Dit kan met een probability plot. Het is hier de bedoeling dat de stippen (metingen) in het figuur rond de rode lijn liggen. Dit lijkt zo te zijn.

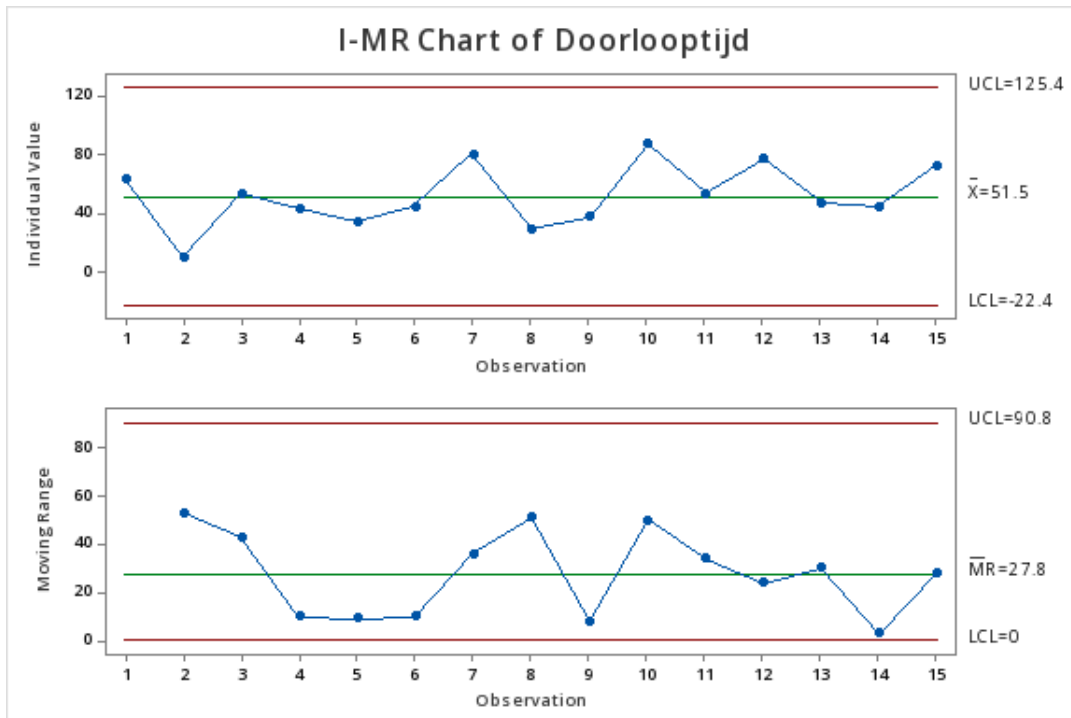
Ter controle wordt er een hypothese opgesteld: H_0 = de data is normaal verdeeld. Wanneer de P-waarde groter is dan 0,05 hoeft de H_0 niet verworpen te worden en is de data wel normaal verdeeld. In dit geval is de P-waarde 0,670. De H_0 hoeft dus niet verworpen te worden. De data is dus wel normaal verdeeld.



Figuur 4.2: Probability Plot Doorlooptijd

Control chart

Op basis van bijlage 8 is bepaald dat voor deze vorm van data, continue en niet verdeeld in subgroepen, een I-MR chart gebruikt moet worden. In deze I-MR chart zijn twee gegevens weergegeven. De bovenste grafiek laat de doorlooptijd in dagen zien. De onderstaande laat de variatie tussen de doorlooptijden zien. In dit geval het verschil in doorlooptijd, in dagen, ten opzichte van het vorige project. Op basis van deze chart kan gezien worden dat de projecten allemaal rond het gemiddelde van 51,53 dagen. Er zijn verder geen opvallende zaken te zien in deze control chart. In deze grafiek zijn geen uitschieters te zien, het proces is dus statistisch beheerst. Dit betekent dat er eventueel gebruik gemaakt kan worden van één of meerdere hypothese toetsen.

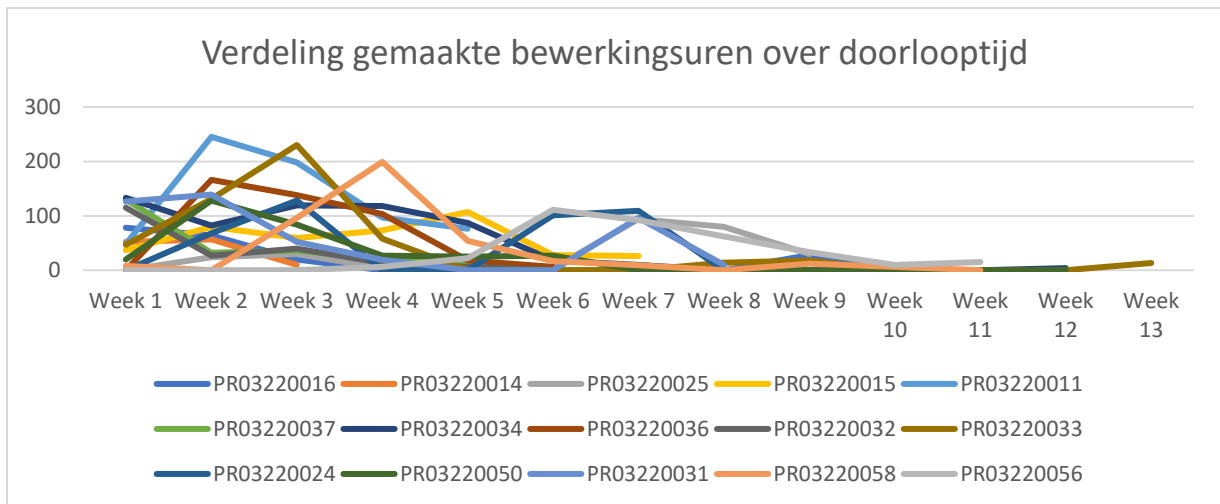


Figuur 4.3: I-MR chart doorlooptijd

Verdeling uren

Dan is per project nog een overzicht gemaakt hoeveel uren er in een bepaalde week zijn gemaakt ten opzichte van de doorlooptijd. Op de Y-as staan de gemaakte uren. Op de X-as staan de projectweken, hierbij is week 1 telkens de week dat het materiaal is ontvangen. Afhankelijk van de doorlooptijd eindigt het werk in een bepaalde week. Opvallend is dat bijna alle projecten een rechtsscheve verdeling hebben. Er worden in het begin veel uren gemaakt en richting het einde zwakt dit af. Uit gesprekken met medewerkers blijkt dat er in het begin vaak zoveel mogelijk handelingen uitgevoerd. Er wordt bijvoorbeeld gestart met het afkorten en indien nodig indelen van de materialen. Dan worden er ook al fit uren, en indien mogelijk las uren, gemaakt.

Vervolgens neemt de hoeveelheid werk af. Richting het einde zijn de fitters bijvoorbeeld voor het grootste deel klaar en maken zij nog weinig uren op een project, alleen de lassers werken dan nog vol aan het project. Na de bewerkingsprocessen worden nog een aantal uren gemaakt voor de kwaliteitscontrole en voor de verzending van de materialen. De verzending van de materiaal is de oorzaak van het de kleine verhoging in de uren aan het einde van de projecten.



Figuur 4.4: Verdeling uren over doorlooptijd

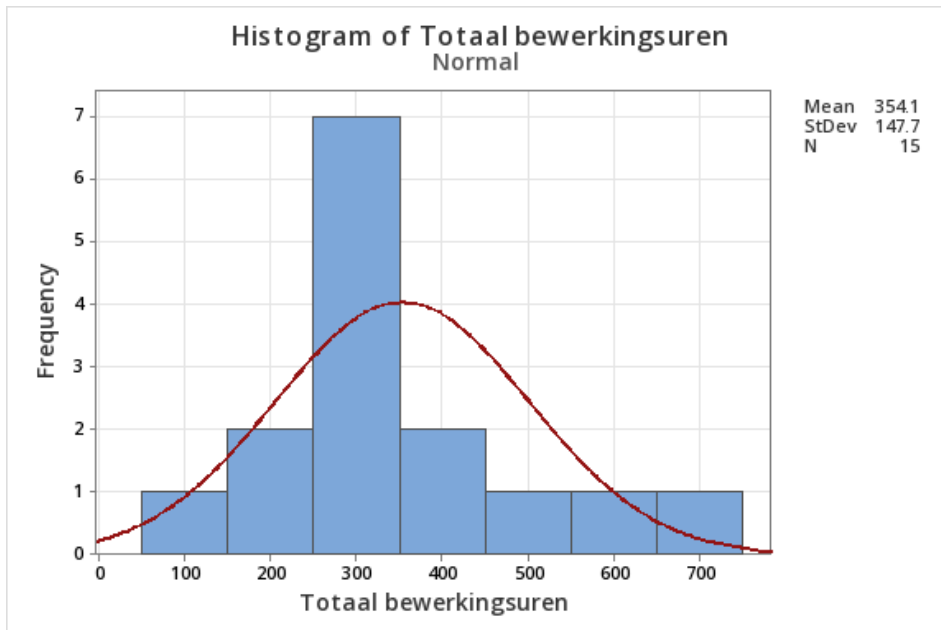
4.1.2 Bewerkingstijd

Voor de bewerkingstijd zal op bijna dezelfde manier geanalyseerd worden. Eerst een histogram, dan een control chart en tot slot een boxplot. De normaliteitstest wordt hier niet gebruikt omdat er geen hypothesetoetsen uitgevoerd gaan worden op basis van deze data. De boxplot is toegevoegd om te bepalen wat het aandeel van de verschillende processen is aan de totale bewerkingstijd.

Histogram

Onderstaand het overzicht van het totaal van de bewerkingsuren. Opvallend is dat het grootste deel van de project een totale bewerkingstijd heeft van ongeveer 300 uren. Gemiddeld worden 346,50 uren gemaakt per project. De minimale bewerkingsuren zijn 122,5 en de meeste 674.

Wanneer de data van deze histogram vergeleken wordt met die van de doorlooptijd valt meteen op dat deze data meer naar links in de histogram neigt. Het gemiddelde hier wordt dan ook omhoog getrokken door de twee projecten rond 600 en 700 uren. Bij de doorlooptijd is sprake van een vlakke verdeling en meer metingen rechts in de histogram. Dit betekent dat de oorzaak van de lange doorlooptijden te wijten is aan wachttijd, niet bewerkingstijd.



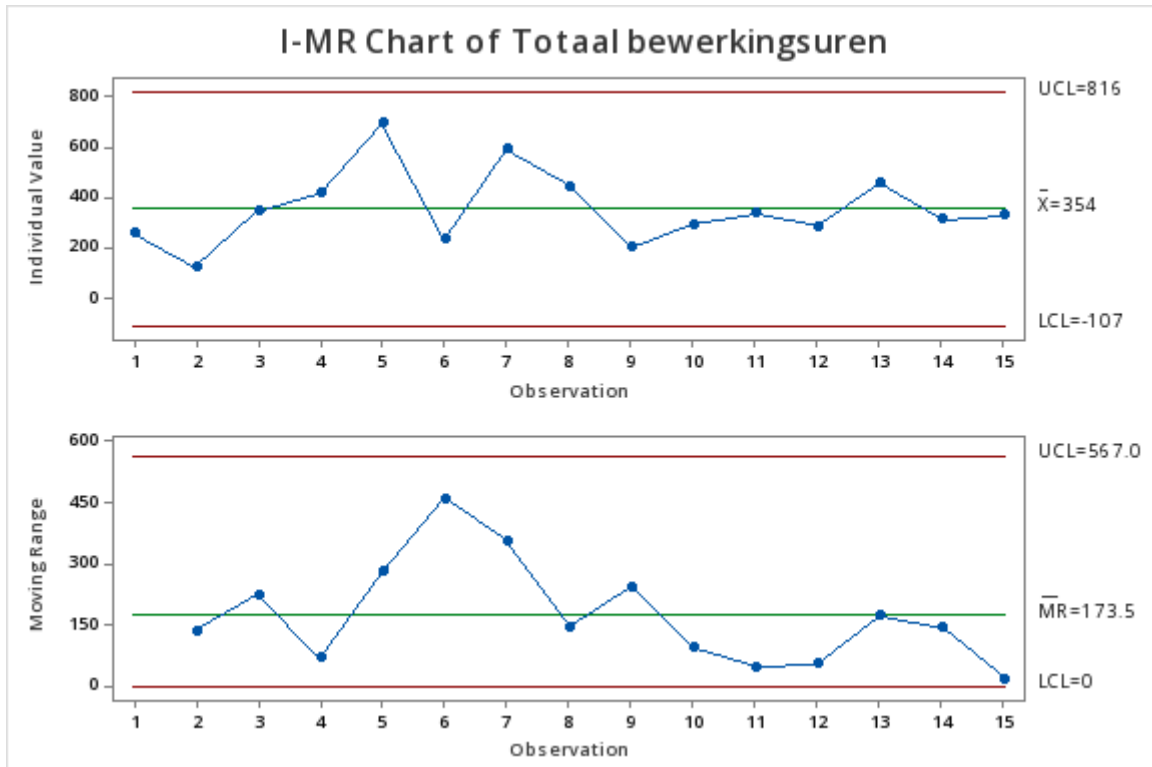
Figuur 4.5: Histogram *Bewerkingstijd*

Control chart

Onderstaand de control chart van de bewerkingstijd. Hier staan, in tegenstelling tot de doorlooptijd, uitschieters in. Voor de individuele waarden is er 1 uitschieter te zien, punt 11. Er is geen bijzondere verklaring voor deze uitschieter. Simpel gezegd was het veel werk. Er waren bijvoorbeeld 15 verzendbewijzen voor het hele project. In de meeste gevallen zijn dit er maar 1, 2 of 3.

Verder valt het ook op dat van punt 5 tot punt 20 alle projecten (behalve eerdergenoemd punt 11) onder het gemiddelde zitten met hun bewerkingstijd. Het gemiddelde van de bewerkingstijden wordt omhooggehaald door een aantal grotere projecten. Wanneer namelijk alleen naar de kleine projecten gekeken wordt blijkt dat gemiddeld 339 bewerkingstijd gemaakt worden. Toch worden ook de grote projecten verder betrokken bij de bewerkingstijd. In hoofdlijnen doorlopen de projecten namelijk altijd dezelfde. Hierdoor zullen variatiebronnen en invloedsfactoren voor zowel grote als kleine projecten veelal hetzelfde zijn.

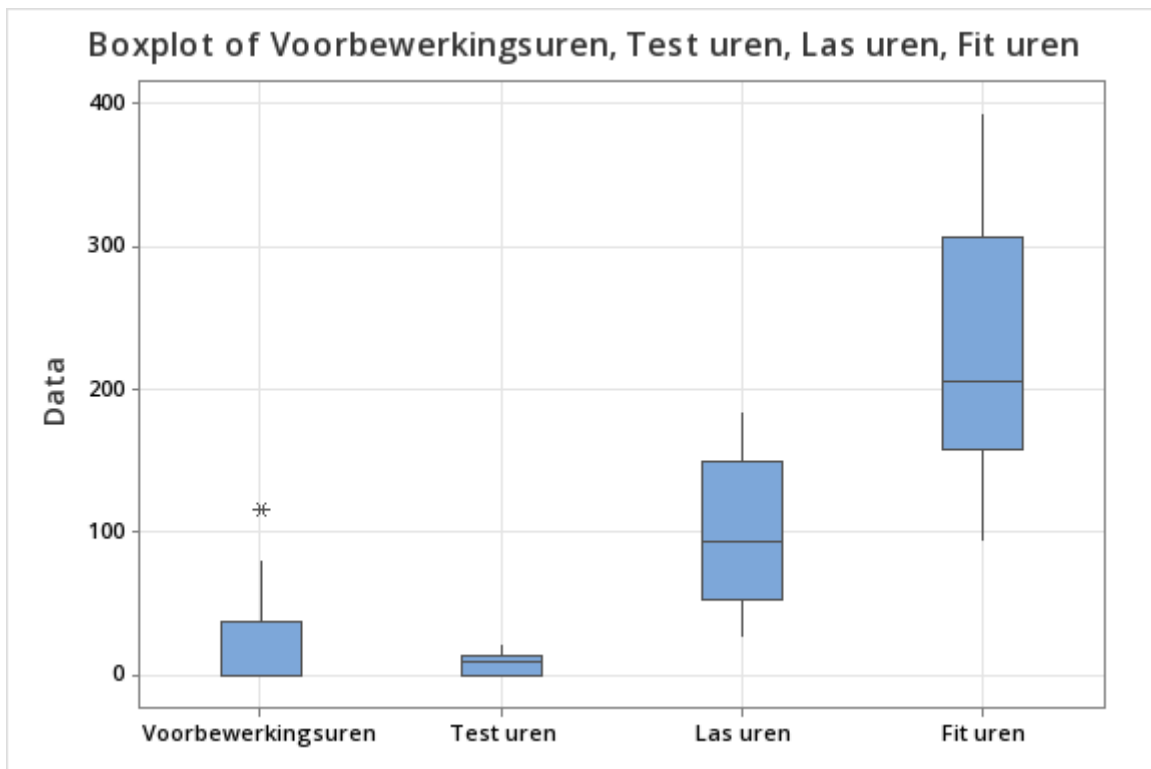
De uitschieter in de individuele waarden (bovenste grafiek) is ook de oorzaak van de twee uitschieters in de moving range (onderste grafiek). De projecten voor en na dit project waren namelijk significant kleiner waardoor het verschil in bewerkingstijd zeer groot is. Er is verder geen bijzondere oorzaak te vinden voor deze variatie.



Figuur 4.6: I-MR chart bewerkingstijd

Boxplot

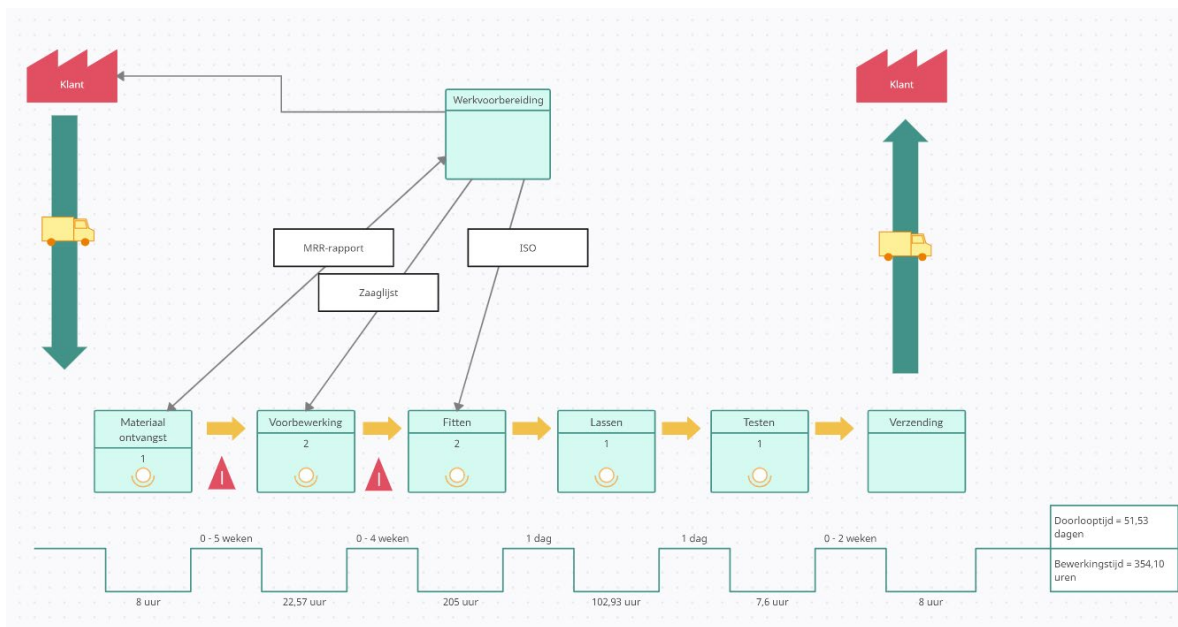
Wanneer gekeken wordt naar de opsplitsing in de bewerkingsprocessen valt op dat zowel voorbereiding als testen weinig tot geen uren in beslag nemen. Fitten neemt duidelijk de meeste uren in beslag. Ook is hier de variatie het grootst. Lassen is het één na grootste proces en de variatie lijkt hier minder groot dan fitten. De oorzaken van variatie zijn hier voornamelijk te koppelen aan project afhankelijke factoren zoals materiaal soort en omvang. Er is één uitschieter te zien in de voorberekingsuren. Wanneer gekeken wordt naar dit project valt meteen op dat dit het grootste project binnen de scope is, 694 uren totaal. Er moest in verhouding tot de meeste projecten ineens heel veel uren gemaakt worden in de voorbereiding. Dit kwam omdat het project bestond uit twee delen. Hierdoor moest alle processen twee keer uitgevoerd worden, waaronder ook het voorbereken. Neem daarbij dat er soms helemaal niet voorberekt wordt en er ontstaat een uitschieter.



Figuur 4.7: Boxplot bewerkingprocessen

4.2 Current state VSM

Een VSM (value stream map), of waardestroomanalyse, geeft een overzicht van een proces. Deze methodiek maakt het proces visueel en voegt tegelijk gegevens toe. De gegevens in de VSM zullen zijn op basis van de kleine projecten om een schets te maken van dit proces. De grote projecten en variatie zullen in de tekst toegelicht worden. Er is bij de VSM vanuit gegaan dat de opdracht gegeven is en de organisatie het materiaal aanvraagt. Onderstaand de VSM, toelichting volgt onder de VSM.



Figuur 4.8: Current state VSM

Binnen het Prefab proces is er een proces die benodigde documentatie regelt voor de productiemedewerkers, de werkvoorbereiding. De uren van de werkvoorbereiding worden, ten opzichte van de bewerkingsprocessen, niet geregistreerd onder een bepaald project. De uren van deze medewerkers worden uitgedrukt in een percentage, 10% van de totale bewerkingsuren. Dit percentage is door de organisatie bepaald aan de hand van een aantal eerdere metingen. In werkelijkheid zal dit percentage iets schommelen afhankelijk van het project, maar gemiddeld is dit 10%. Dit proces is zeer belangrijk, vanaf hier worden namelijk alle benodigde documenten geleverd aan de medewerkers. Deze uren zijn niet betrokken in de totale bewerkingstijd van de VSM omdat de exacte uren niet geregistreerd worden. Op basis van de VSM zouden dit ongeveer 35,41 uren zijn bij een gemiddeld project.

Het innemen van de materialen beslaat gemiddeld 8 uren, dit is gebleken uit een twee metingen en is aangevuld met kennis van de werkvoorbereiding. Hiervoor levert de werkvoorbereiding een leeg MRR-rapport. Dit rapport wordt met de hand ingevuld. Vervolgens neemt de werkvoorbereiding dit handmatig over. Bij het opstellen van de VSM bleek dat hier een verspilling plaats vindt. Er wordt hier namelijk een dubbele handeling uitgevoerd, de medewerker neemt letterlijk over wat er op het papier geschreven is door de personen die dit materiaal innemen. Aan de werkvoorbereiders is gevraagd hoelang zij hier mee bezig zijn. Dit varieert tussen 1 en 4 uur, dit is afhankelijk van de grootte van de materiaal levering. Uiteindelijk werd de consensus dat dit gemiddeld twee uur duurt. Na materiaal ontvangst zijn er twee opties. Er wordt gewacht tot het materiaal compleet is, dan wordt er tot 5 weken gewacht. Dit is bepaald op basis van de MRR-rapporten. Of er wordt gestart met voorbereiden. Dan ligt het werk vaak een aantal dagen stil tot het vorige project is afgerond.

Aan de hand van het MRR-rapport + de tekeningen wordt een zaaglijst opgesteld deze is nodig voor de voorbereiding. Er moet gewacht worden met de voorbereiding tot de werkvoorbereiding klaar is met deze lijst. Dit leidt vaak tot ongeveer één dag wachttijd. De voorbereiding wordt uitgevoerd door 2 personen en neemt gemiddeld 22,57 uur in beslag. Nu geldt ook hier weer dat dit varieert. Bij de kleinere projecten kost dit tussen de 0 en 80 uren. Wanneer materialen klaar voor productie geleverd worden hoeven hier geen uren voor gemaakt te worden. Voor grote projecten worden hier tot 500 uren voor gemaakt. De wachttijd na de voorbereiding is ergens tussen de 0 en 4 weken. Hierbij wordt gewacht tot er ruimte is voor het project. Dit is bepaald op basis van de verdeling van de uren over de doorlooptijd (in paragraaf 4.1.1) en met input van de kantoormedewerkers.

Na zowel de materiaal ontvangst als de voorbereiding wordt het materiaal tijdelijk opgeslagen. Deze twee processen zijn een soort voorbereiding voor het werkelijke uitvoeren van een project en worden vaak uitgevoerd zodra hier tijd & ruimte voor is.

Het materiaal wordt verzameld en gefit in één van de productiehallen wanneer hier plek voor is. Hier zijn gemiddeld twee mensen bij betrokken. Bij klein materiaal gebeurt dit soms ook alleen, en bij zwaar materiaal zijn hier soms 3 of 4 mensen bij betrokken. Het fitten gebeurt aan de hand van een ISO welke geleverd wordt door de werkvoorbereiding. Er worden in totaal 221 fit uren geregistreerd. Ongeveer 16 van deze uren worden niet besteedt aan het fitten zelf. Deze uren worden besteed aan materiaal ontvangst en verzending. Dit maakt dat er 205 uren over blijven voor het fitten zelf. Voor het kleinste project van afgelopen jaar staan maar 95 fit uren. Terwijl het grootste project van afgelopen jaar 1579 fit uren zijn gemaakt. Het fitten wordt vaak een dag later opgevolgd door het lassen. De organisatie probeert deze processen te stroomlijnen en de wachttijd tussen deze processen zo kort mogelijk te houden. Wanneer er meer projecten liggen te wachten zal dit namelijk leiden tot loketwachttijd.

Als het geheel gefit is wordt dit aan elkaar gelast. Hiervoor staan gemiddeld 102,93 uren bij de kleine projecten. Het kleinste project had maar 27,5 uur nodig terwijl het grootste project van afgelopen jaar 844,50 las uren nodig had. Opvallend is dat de fit uren niet in verhouding staan tot de las uren in veel

gevallen. Het hoeft dus niet zo te zijn dat er altijd meer fit uren dan las uren verbruikt worden. Na het lassen wordt vrijwel meteen getest of het geheel voldoet aan de kwaliteitseisen.

Verder staat voor het testen gemiddeld 7,6 uur. In sommige gevallen wordt er niet getest. Dit is afhankelijk van de eisen van de specifieke klant. Na het testen wordt het materiaal opgeslagen tot dit geleverd kan worden aan de klant dit duurt ergens in de periode van 0 tot 2 weken.

Tijdens het opstellen van de VSM kwam naar voren dat veel van de informatievoorziening nog gebeurt op papier. Hier vindt naar verwachting tenminste 10 uur per project aan verspilling plaats.

De VSM komt op een bewerkingstijd van 354,10 uur in de bewerkingsprocessen. Hier wordt 35,41 uur bijgeteld vanwege de werkvoorbereiding (dit wordt niet opgeteld in de bal onder de VSM). Totaal 389,51 uur per klein project.

4.3 Identificatie belangrijkste X-en bewerkingstijd

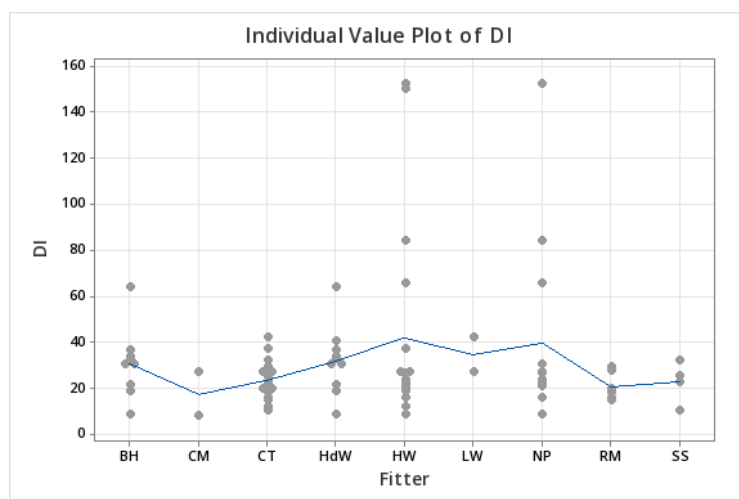
4.3.1 Waarde toevoegende activiteiten

Fitter

In onderstaande figuur zijn de verwerkte DI's van de fitters weergegeven. De donkergrijze stippen zijn hierbij de DI's die door een fitter verwerkt zijn op een hele gewerkte dag. De tijdsperiode is hierbij dus constant. De donkerblauwe lijn is het gemiddelde dat een fitter verwerkt op een dag. Opvallend is dat twee fitters maar twee dagen gewerkt hebben. Fitter CM is eigenlijk lasser en heeft fitervaring. Hij heeft gedurende een rustige periode bij het lassen ondersteund bij het fitten waardoor er maar twee dagen gemeten zijn. Lasser LW is inhuurkracht en heeft daarom maar relatief weinig dagen gewerkt. Het feit dat er een steekproef is genomen maakt dat hij ook daarin relatief weinig metingen heeft.

Dan hebben zijn er vier fitters die een aantal uitschieters hebben: BH, HdW, HW en NP. Dit zijn vaste medewerkers van de Prefab die veelal werken aan de grote projecten. Deze grote projecten maken dat er meer DI op een dag verwerkt wordt. Het maakt namelijk wezenlijk verschil of 2 keer 14 DI verwerkt wordt of 4 keer 2 DI.

Op basis van de gemiddelden en de metingen is het lastig om te zien of het verschil significant is. Veel van de metingen zweven rond de 20 DI per dag. Er is ook geen fitter die duidelijk meer of minder DI dan de andere medewerkers verwerkt.



Figuur 4.9: Individual value plot DI dag fitters

Dan zal er nog een hypothesetoets uitgevoerd worden. Op basis van bovenstaand figuur wordt verwacht dat de data niet statistisch beheerst is, er zijn namelijk een aantal grote uitschieters. Ook wordt verwacht dat de data niet normaal verdeeld is. Er zijn veel metingen met een relatief lage waarde, hoe meer DI er gefit is hoe minder metingen er zijn. Dit lijkt te wijzen op een rechtsscheve verdeling. Beide zijn gecontroleerd (zie bijlage 14). Er is bepaald dat aan beide eisen niet voldaan kan worden. Dit betekent dat er gebruik gemaakt moet worden van de Mood's Median test, hiervoor is bijlage 13 gebruikt. Hiervoor worden de onderstaande hypothesen opgesteld:

- H₀: De fitter heeft geen invloed op het aantal verwerkte DI per dag.
- H_a: De fitter heeft wel invloed op het aantal verwerkte DI per dag.

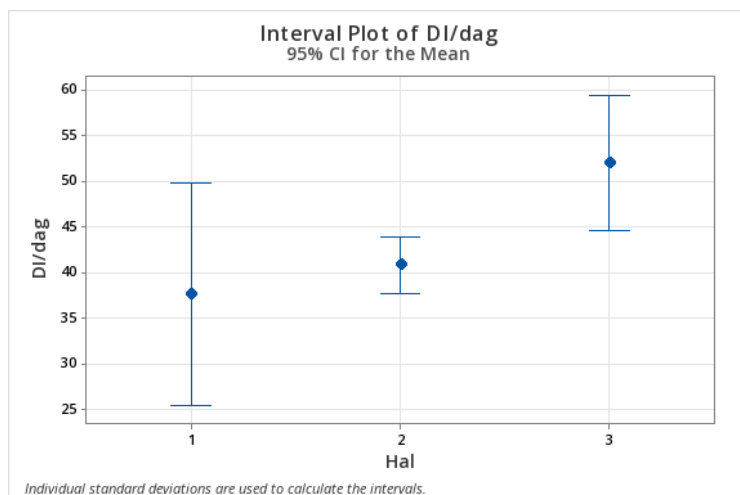
De P-waarde is 0,459. Dit is boven 0,05 en dus moet H₀ verworpen worden. De fitter is dus niet van invloed op het aantal verwerkte DI per dag. Dit betekent dat deze invloedsfactor verder achterwege gelaten wordt.

Test		
Null hypothesis	H ₀ : The population medians are all equal	
Alternative hypothesis	H ₁ : The population medians are not all equal	
DF	Chi-Square	P-Value
8	7.75	0.459

Figuur 4.10: Uitslag Mood's Median test fitters

Las hal

In onderstaande figuur zijn de DI's die per werkdag verwerkt zijn in de drie hallen vermeld. De metingen zijn op basis van wat er verwerkt wordt in één dag in een bepaalde hal. In de interval plot is te zien dat de variatie in hal één zeer groot is. De variatie is in hal twee kleiner. In hal drie wordt gemiddeld het meeste geproduceerd. Dit was op basis van de capaciteiten te verwachten. En dat de variatie in hal één het grootst is werd ook verwacht, hier worden namelijk alle formaten roestvrijstaal gelast.



Figuur 4.11: Interval plot DI dag hallen

Dan zal er nog een hypothesetoets uitgevoerd worden. Er is gecontroleerd of de data set voldoet aan de eisen voor hypothesetoetsen (bijlage 15). De data is niet normaal verdeeld. De data is ook niet statistisch beheerst. Er zal dus een hypothesetoets op basis van de mediaan uitgevoerd moeten worden. Er wordt gebruik gemaakt van de Mood's Median Test, dit is bepaald op basis van bijlage 13.

Hierbij worden de onderstaande hypothesen opgesteld:

- H0: de las hal heeft geen invloed op het aantal gelaste DI per dag.
- Ha: de las hal heeft wel invloed op het aantal gelaste DI per dag.

De P-waarde is onder 0,05 en dus moet de H0 verworpen worden. De Ha wordt geaccepteerd, de las hal is wel van invloed op het aantal gelaste DI.

Test		
Null hypothesis	Ho: The population medians are all equal	
Alternative hypothesis	Hi: The population medians are not all equal	
DF	Chi-Square	P-Value
2	12.15	0.002

Figuur 4.12: Uitslag Mood's Median test hal

Op basis van bovenstaande gegevens is de significantie bepaald. De impact wordt uitgedrukt in de beschrijvende statistieken per hal. Hiervan is het belangrijkste het gemiddelde (mean) en de standaardafwijking (StDev). Dit drukt uit wat de gemiddelde procesprestatie is en hoe groot de variatie in een hal is. Gemiddeld wordt in hal drie 10 tot 15 DI per dag meer gelast. De variatie is in hal drie bij uitstek het grootste, een standaardafwijking van 42 DI per dag.

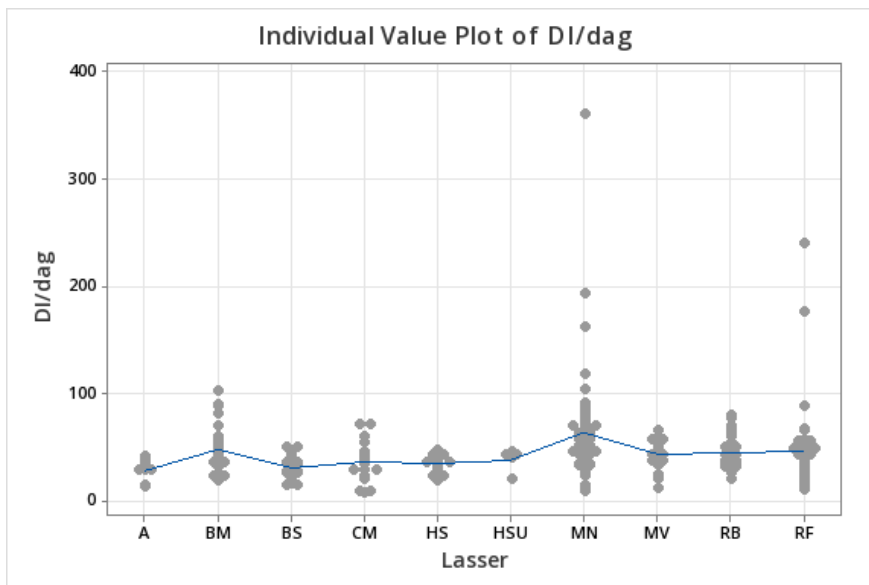
Statistics										
Variable	Hal	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3
DI/dag	1	19	0	37.68	5.80	25.27	10.50	18.00	35.00	45.50
	2	126	0	40.90	1.55	17.44	8.00	29.00	37.50	49.13
	3	127	0	52.07	3.75	42.21	10.00	34.00	44.00	56.00

Figuur 13: Statistieken hallen

Lasser

In de onderstaand figuur zijn de DI's per lasser verwerkt. Hier zijn de DI's per hele dag opgeteld. De donkergrijze stippen zijn hier de metingen. De blauwe lijn is het gemiddelde. Er zijn een aantal uitschieters te zien in het figuur. Deze uitschieters zijn te wijten aan dagen waarop machinaal gelast is. Deze methode is veel sneller dan met de hand, al is dit maar bij een klein deel van de lasser mogelijk. Een kleine 10% van de lasser kan machinaal gelast worden. Verder valt op dat lasser MN ruim boven het gemiddelde van de andere lasser last.

Op basis van deze metingen lijkt er wel een verschil te zitten tussen de lasser. Onduidelijk is de significantie hiervan. Dit zal getoetst worden met een hypothesetoets.



Figuur 4.14: Individual value plot lassers

Er is onder ‘las hal’ al geconstateerd dat de dataset niet normaal verdeeld en niet statistisch beheerst is. Er zal dus een hypothesetoets uitgevoerd op basis van de mediaan. Op basis van bijlage 13 is bepaald dat er een Mood’s Median test uitgevoerd moet worden. Hierbij worden de onderstaande hypothesen opgesteld:

- H₀: de lasser heeft geen invloed op het aantal gelaste DI per dag.
- H_a: de lasser heeft wel invloed op het aantal gelaste DI per dag.

Uit de hypothesetoets komt een waarde van exact 0 (af te lezen in figuur 4.15). Deze waarde is lager dan 0,05 en dus wordt de H₀ verworpen. De H_a wordt geaccepteerd, de lasser is wel van invloed op het aantal gelaste DI per dag.

Test		
Null hypothesis	H ₀ : The population medians are all equal	
Alternative hypothesis	H ₁ : The population medians are not all equal	
DF	Chi-Square	P-Value
9	39.25	0.000

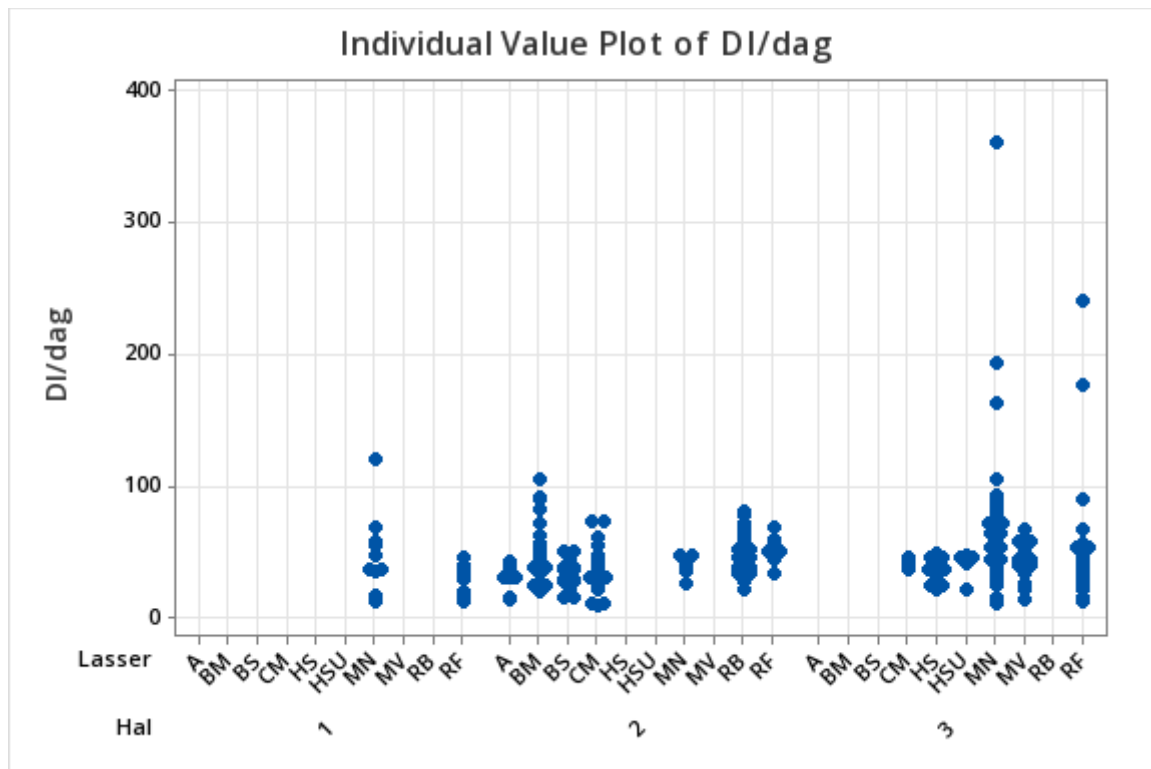
Figuur 4.15: Uitslag Mood's Median test lassers

Op basis van de gegevens in bijlage 16 blijkt dat het gemiddelde van de lassers ergens tussen 29 en 64 DI per dag ligt. Sommige lassers lassen dus tot een keer zoveel per dag. Verder onderzoek hiernaar zal plaatsvinden bij onderzoek naar rootcauses.

Onderlinge invloeden lasfactoren

Dan is er aan de hand van de voorgaande analyses ook nog besloten om te kijken of de lasfactoren invloed op elkaar hebben. Hier valt geen duidelijk verschil te zien tussen de hallen en de lassers. Wel valt op dat bepaalde lassers veel in hal twee lassen en andere veel in hal drie. Dit heeft te maken met de processen waar zij gecertificeerd voor zijn, of aanleg voor hebben. De organisatie probeert hier te sturen op zoveel mogelijk productiviteit. Ook valt op dat alle uitschieters in hal drie te vinden zijn. Dit heeft te

maken met zeer grote formaten lassen. Dit heeft te maken met het feit dat er dan veel tijd besteedt kan worden aan lassen en er hoeft weinig tijd besteedt te worden aan randzaken zoals omstellen en opruimen.



Figuur 4.16: Individual value plot DI/dag, lassers & hal

Ook bestaat nog de mogelijkheid dat de lasfouten van enige invloed zijn op deze factoren. Dit zal onderzocht en besproken worden na de analyse van de lasfouten.

4.3.2 Niet waarde toevoegende activiteiten

Lasfouten

Analyse lasfouten

Aangezien het niet mogelijk is om met terugwerkende kracht iets te zeggen over de exacte invloed van lasfouten op de doorlooptijd wordt er gekeken naar het foutpercentage en zal later een schatting van de tijd gemaakt worden. Voor de lasfouten is de grens gesteld op een foutpercentage van 3%. Deze grens is bepaald door V&SH in samenspraak met haar klanten en is standaard in de branche. Het foutpercentage wordt berekend met de volgende formule:

$$(\text{aantal afgekeurde lassen} / \text{aantal onderzochte lassen}) \times 100\%$$

Het onderzoekspercentage wordt bepaald aan de hand van het totaal aantal gemaakt lassen. Een te laag onderzoekspercentage, bijvoorbeeld maar 10%, kan snel leiden tot een hoger foutpercentage. Wanneer er 10 lassen onderzocht worden en hier 1 fout meer of minder is scheelt dit 10% in het resultaat. Dit valt niet meer te herstellen. Een te hoog foutpercentage leidt tot onnodig gemaakte kosten. Dit maakt dat het percentage van tevoren per project wordt bepaald.

Aanvullend kan er een andere formule toegepast worden. Dit wordt vaak ter ondersteuning van de eerste formule gebruikt. Dit heeft als reden dat het onderzoekspercentage aan de lage kant is. De lengte van de afgekeurde lassen wordt dan afgezet tegen de totale gelaste lengte. Nadeel van deze formule is dat de

laslengte niet altijd geregistreerd wordt waardoor deze informatie niet volledig is. Het geldt daarom vooral ter ondersteuning van de eerste formule. Onderstaande de formule voor de laslengte.

$$(\text{lengte afgekeurde lassen} / \text{lengte onderzochte lassen}) \times 100\%$$

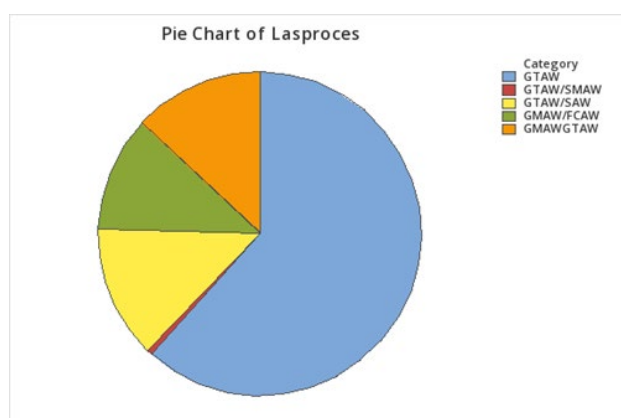
Binnen de Prefab zijn in 2022 3.268 lassen onderzocht. Deze lassen hadden een totale laslengte van 178.113 centimeter. 72 van de lassen die onderzocht werden zijn afgekeurd. De afgekeurde laslengte was 582 centimeter. Hiermee komt het afgekeurde laspercentage op 2,2%. De afgekeurde laslengte komt op 0,3%. Dit betekent dat de invloed van de NA lassen niet als significant gezien wordt.

Lassen onderzocht	3.268	Laslengte onderzocht	178.113 cm
Niet acceptabel	72	Niet acceptabel	582 cm
Fout %	2,2%	Fout %	0,3%
*Gebaseerd op aantal lassen		**Gebaseerd op indicatie en hiermee minder betrouwbaar	

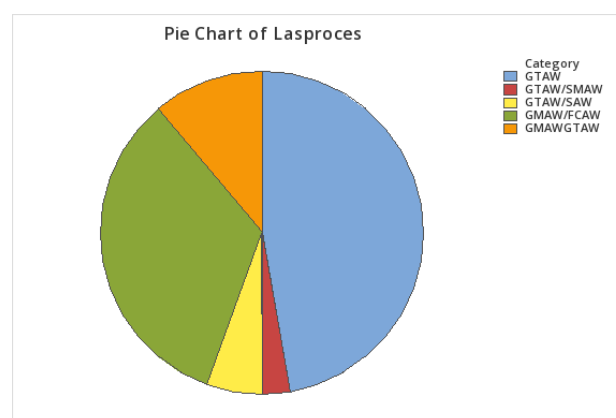
Tabel 4.1: Gegevens NA lassen

Ondanks het lage foutpercentage is het nog wel interessant wat de invloed van de NA lassen is op de bewerkingstijd. Hiervoor is geïnformeerd bij Vincent. Deze heeft uitgezocht wat het herstellen van een NA las kost. Er wordt hier uitgegaan van een las van 4" (DI) las, dit komt het meeste voor. Hersteltijd van een fout kost hier ongeveer 95 minuten (zie uitwerking met flowchart in bijlage 17). Het kan ook voorkomen dat de las er helemaal uit moet en erop opnieuw gefit moet worden, dan zullen er meer uren besteed worden. Dit komt alleen zelden voor en dus wordt hier voor de schatting geen rekening mee gehouden. Op basis van het aantal foute lassen kan berekend worden dat er ongeveer 3 foute lassen per project zijn (72 foute lassen / 22 projecten = 3,27). Dit komt neer op 4,75 uur aan hersteltijd per project. Hierbij worden wel alle projecten meegenomen, ook projecten die buiten de scope vallen.

In de figuren negen en tien zijn de verhoudingen van de lasprocessen en de verdeling van de lasfouten te zien. Het meest gebruikte lasproces is GTAW-lassen (ook wel TIG-lassen), dit betreft 2.107 van de 3.268 lassen. Het foutpercentage van het TIG-lassen is 1,7%. Dit is ruim onder de gestelde grens en wordt daarom niet gezien als invloedsfactor. Wanneer verder gekeken wordt naar de overige foutpercentages valt één lasproces op: GMAW/FCAW. Dit lasproces betreft 376 van de 3.268 onderzochte lassen (11,5%). Het GMAW/FCAW heeft een foutpercentage van 6,4% (24 van de 376 lassen). Dit betreft 33% van het totaal aantal fouten terwijl dit maar 11,5% van het totaal aantal onderzochte lassen betreft.



Figuur 4.17: Pie chart verdeling lasprocessen



Figuur 4.18: Pie chart verdeling lasfouten per proces

Normaliter zouden de significantie van de diverse soorten lasfouten nog getoetst kunnen worden. Nu kan op basis van het foutpercentage met zekerheid aangenomen worden dat het GMAW/FCAW proces een significant foutpercentage heeft. Dus hier zal verder onderzoek naar gedaan gaan worden.

Gemiddeld leiden de NA lassen dus tot 4,75 uur aan hersteltijd. Wel is het dus zo dat hier ook de grote projecten in meegenomen worden. Waarschijnlijk valt deze hersteltijd voor de kleine projecten iets lager uit en voor de grote projecten iets hoger.

Invloed lasfouten op andere lasfactoren

Er is ook nog gekeken of de lasfouten mogelijk invloed hadden op één of beide van andere factoren. Het proces met de meeste fouten wordt voornamelijk gelast in hal één en twee. Hierdoor blijft maar een klein aantal lasfouten over per hal, de invloed van deze fouten is niet significant genoeg om van invloed te zijn. Verder is het proces met de meeste fouten ook een proces dat in twee hallen gelast wordt, hal twee en drie. Het verschil in DI tussen deze hallen is zo groot dat dit niet van significante invloed kan zijn.

Verspilling documentatie

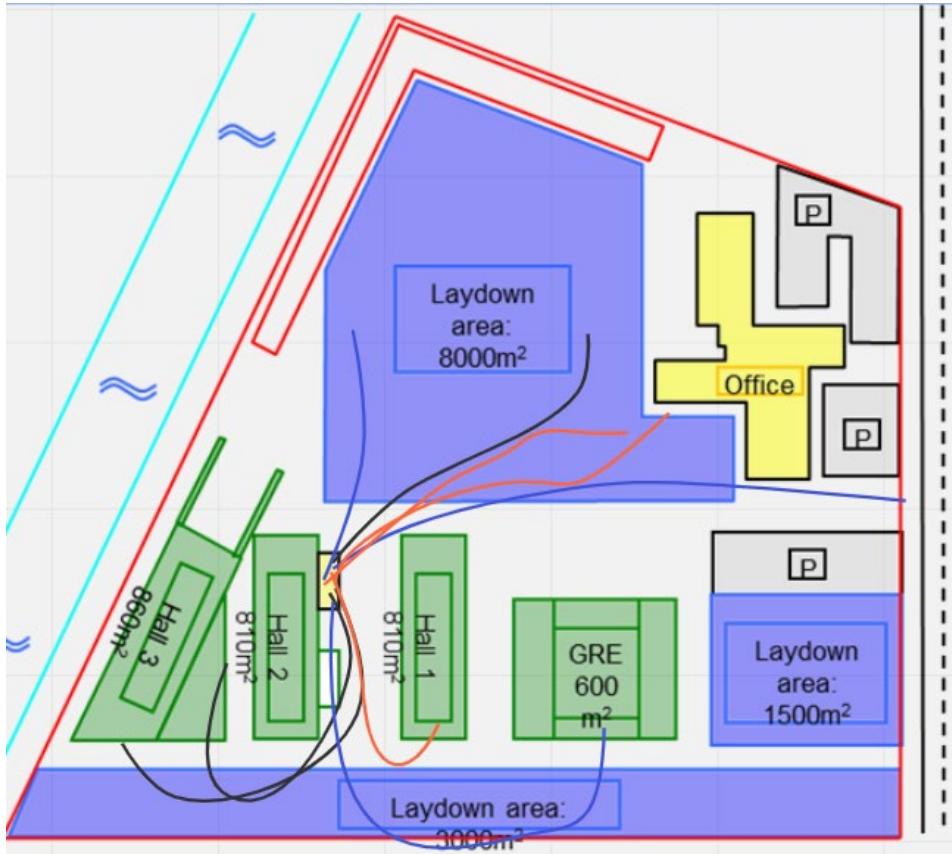
In de VSM kwam naar voren dat er verspillingen plaats vinden in de documentatie en informatievoorziening. Er wordt nog namelijk veel op papier gewerkt. Er is gesproken met meerdere betrokkenen in dit proces waarvan de belangrijkste de werkvoorbereiders zijn. Hun leidinggevende is ook gesproken en de collega's waarmee zij op kantoor zitten. Omdat duidelijk is dat er verspilling plaats vindt zal alleen de impact nog bepaald worden. Hier gaven zij aan dat dit zeer afhankelijk is van de grootte van de levering. Afhankelijk van de grootte van de materiaal levering zijn zij hier tussen de 1 en 6 uur bezig met het overnemen van de MRR lijsten. Op basis van de scope van de doorlooptijden is bepaald dat zij gemiddeld vier uur bezig zijn. De grote projecten die buiten deze scope vallen zullen hoger uitvallen.

Dan worden ook de chargenummers van de materialen genoteerd. Met een chargennummer kan een specifieke bocht of pijp worden herkend, deze nummers staan in de materialen geografeerd en dienen met de hand overgenomen te worden. Nadat de fitters deze nummers hebben overgenomen brengen zij de lijst naar de werkvoorbereiders die dit alles ook weer met de hand invoeren in het systeem. Werkvoorbereiders zijn hier 4 tot 10 uur aan kwijt. Ook hier was het weer zeer afhankelijk van de grootte van de levering. Op basis van de scope van de kleine projecten wordt het gemiddelde geschat op zes uur. Voor grote projecten zal dit ook weer een stuk hoger uitvallen.

Dan komt hier nog bij dat wanneer het materiaal niet compleet geleverd wordt er een tweede bestelling volgt waarvoor dezelfde handelingen worden uitgevoerd. Hier gaat het vaak om een kleinere hoeveelheid. Wel moet er natuurlijk nog opgestart worden en formulieren moeten gebracht/gehaald worden. Een tweede levering leidt vaak tot gemiddeld 2 uur aan werk, hieronder valt dan het MRR rapport & overnemen van de chargenummers. Al komt het ook voor dat hier nogmaals een dag aan besteed wordt. Gemiddeld wordt met deze processen 12 uur verspild binnen een project.

Deze 10 uur is niet de enige verspilling, ook het veelvuldig gebruik van papier leidt tot motion. De onderzoeker heeft samen met Vincent en werkvoorbereiders gekeken wat voor bewegingen hier ontstaan. Dit is verwerkt in onderstaande spaghetti diagram. Hierbij valt op dat er steeds teruggegaan wordt naar het gele vierkant tussen hal 1 en 2. Dit is het kantoor. Ook valt op dat er richting het oude kantoor (die afgebrand is) wordt gelopen om de materiaal ontvangsten in te vullen. Dit is ongeveer 250 meter lopen, enkele reis. Dit maakt dat het ophalen van de formulieren bij het kantoor al snel 5 minuten kost.

Medewerkers zijn voor het heen en weer lopen om iets op te halen of weg te brengen dus snel 5 minuten kwijt. Gemiddeld hebben deze projecten een doorlooptijd van 51,33 dagen (zie VSM in 4.2), dit zijn gemiddeld 36 werkdagen. Als één keer per dag iemand een vorm van informatie/documentatie komt halen leidt dit tot 3 uur aan verspilling ($36 \text{ werkdagen} * 5 \text{ minuten} / 60 = 3 \text{ uur}$). Er is met zekerheid te zeggen dat dit tenminste één keer per dag voorkomt, in werkelijkheid zal dit nog hoger zijn maar dit is niet gemeten.



Figuur 4.19: Spaghetti diagram

Totaal wordt er gemiddeld 15 uur per project verspild door de informatievoorziening. Dit valt in werkelijkheid waarschijnlijk nog hoger uit maar hierover is geen exacte data beschikbaar.

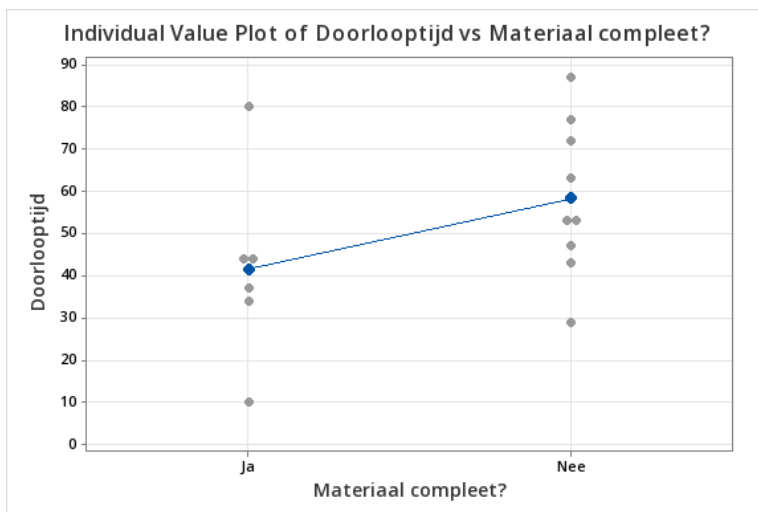
4.4 Identificatie belangrijkste X-en wachttijd

Bij het identificeren en analyseren van de wachttijd werd tegen een probleem aangelopen. Wachttijden van projecten worden niet geregistreerd. Normaliter zou dan de bewerkingstijd van de doorlooptijd afgetrokken kunnen worden, of zou de wachttijd tussen verschillende processen gemeten kunnen worden. Nu is het zo dat er een variërend aantal mensen werkt aan de projecten en wanneer de bewerkingstijd van de doorlooptijd afgetrokken zou worden is de data bij bijna alle projecten foutief. Daarbij is het zo dat binnen het productieproces van V&SH veel overlap plaatsvindt tussen de bewerkingsprocessen. Hierdoor zijn wachttijden in grote delen van het proces erg vaag. Dit maakt het lastig om de specifieke momenten van wachten aan te wijzen. De scope is daarom gesteld op de kleinere projecten, deze zitten qua bewerkingstijden relatief dichtbij elkaar en verschillen in doorlooptijd worden voor een groot deel veroorzaakt door wachttijd.

Ontbreken materiaal

Zoals eerder benoemd is het materiaal dat ontvangen wordt regelmatig niet compleet of beschadigd. Vaak heeft het materiaal een levertijd van meerdere en dus lijkt het ontbreken van materiaal een reden van de wachttijd te zijn. Er zal gekeken worden naar de 15 projecten. Hier zal telkens gekeken worden naar het feit of het materiaal compleet en onbeschadigd is.

Er is gekozen om ook naar de individual value plot te bekijken. Hieruit blijkt dat wanneer het materiaal niet compleet is erin maar 2 (van de 9) gevallen voldaan kan worden aan de doorlooptijd. Daar tegenover staat dat wanneer het materiaal wel compleet is in 2 (van de 6) gevallen niet voldaan kan worden aan de doorlooptijd. Verder blijkt dat wanneer de gemiddelden van de groepen bijna 20 dagen in doorlooptijd verschillen, dit is een toename van ongeveer 50% ten opzichte van de groep waar het materiaal wel compleet is.



Figuur 4.20: Individual value plot materiaal compleet?

Op basis van deze data is een 2 sample t-Test uitgevoerd.

Hierbij zijn de volgende hypothesen opgesteld:

- H_0 = compleetheid van het materiaal heeft geen invloed op de doorlooptijd.
- H_a = compleetheid van het materiaal heeft wel invloed op de doorlooptijd.

Uit de test komt een P-waarde van 0,165. De P-waarde is wel laag maar de H_0 hoeft niet verworpen te worden. Op basis van de hypothesetoets zou compleetheid van het materiaal geen invloed hebben op de doorlooptijd.

Test		
Null hypothesis	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Alternative hypothesis	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
T-Value	DF	P-Value
-1.51	9	0.165

Figuur 4.21: Uitslag T-test

Ondanks de hypothesetoets blijkt uit gesprekken met medewerkers dat in veel gevallen het materiaal wel leidt tot wachttijd. Wanneer naar figuur 4.20 wordt gekeken blijkt ook dat er een ruim verschil in de

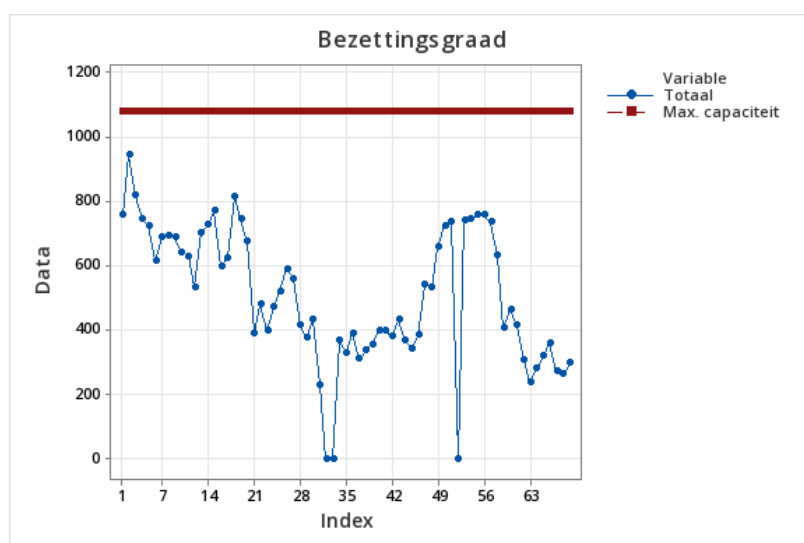
doorlooptijden van deze projecten zit. Op basis van dit gegeven en de input van medewerkers is wel besloten om dit wel als invloedsfactor te zien.

De invloed van deze factor is een verschil van ongeveer 20 dagen in doorlooptijd. Dit is bepaald aan de hand van het verschil in gemiddelden in figuur 4.19. Daarbij blijkt ook hier dat wanneer het materiaal niet compleet geleverd wordt er in de meeste gevallen niet voldaan kan worden aan de doorlooptijd.

Bezettingsgraad

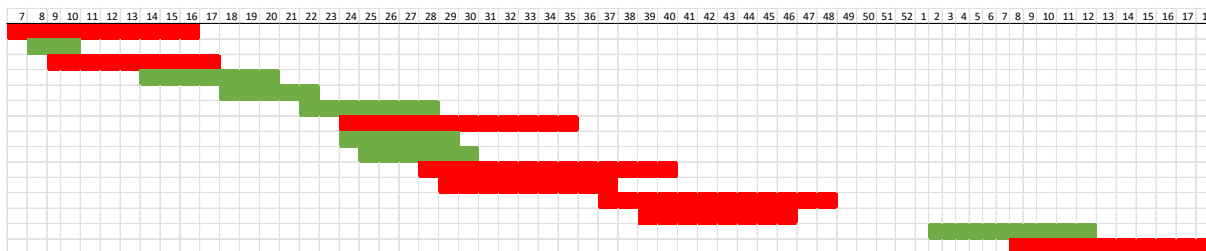
In onderstaande grafiek wordt de bezettingsgraad weergegeven aan de hand van het aantal verbruikte uren ten opzichte van de maximale capaciteit in uren. De rode lijn geeft hier de maximale capaciteit in uren aan. De blauwe lijnen met stippen geven het totaal aantal gemaakte uren in een bepaalde week weer. Hier wordt gestart in week 1 van 2022 en dit loopt door tot en met week 17 van 2023. Er is gekozen voor een analyse aan de hand van deze uren omdat de maximale capaciteit constant is. Er wordt in drukke periodes opgeschaald in personeel maar het materieel en eventuele andere bijbehorende zaken zijn er dan al.

Opvallend aan deze bezettingsgraad is dat er de eerste 20 weken van 2022 op één meting na altijd boven de 600 uren gemaakt worden. Vervolgens blijven de uren van week 21 tot en met week 48 onder deze 600 uren per week. Eind 2022 stijgen de uren weer tot en met week 7 van dit jaar. Hierna blijven de uren weer laag. Op basis van deze bezettingsgraad lijkt er meer werk te ontstaan aan het eind van het jaar en dit loopt door tot en met het begin van het jaar. Het middelste deel van het jaar lijkt minder druk te zijn.



Figuur 4.22: Bezettingsgraad uitgedrukt in uren

In onderstaand figuur zijn de projecten en hun doorlooptijden te zien. Bovenaan het figuur zijn de weeknummers weergegeven. De aanvang van het eerste project was in week zeven van 2022 en de afronding van het laatste project was in week 18 van 2023. Alle balken geven een project weer. Groene balken zijn hierbij de projecten die binnen de eis van 45 dagen vallen, rode balken hebben een doorlooptijd die langer dan 45 dagen is. Hier vallen twee dingen op. De eerste hiervan is dat in de periode van week 14 tot week 28 veel projecten lopen die wel kunnen voldoen aan de gewenste doorlooptijd. En vanaf week 29 tot en met week 52 van 2022 kunnen een aantal projecten niet voldoen aan de gewenste eis van 45 dagen.



Figuur 4.23: Doorlooptijden projecten weergegeven als stroken

Wanneer de bezettingsgraad in figuur 4.22 afgezet wordt tegen de doorlooptijden die te zien zijn in figuur 4.23 lijkt een verband aanwezig te zijn. In de periodes dat veel uren gemaakt worden, en de bezettingsgraad hoger is, zijn de doorlooptijden korter. In de periode waar weinig uren gemaakt worden, en de bezettingsgraad laag is, zijn de doorlooptijden langer.

Ondanks dat er een verband lijkt te zitten tussen de lage bezettingsgraad en de doorlooptijd is dit geen causaal verband. Wel is er correlatie tussen de bezettingsgraad en lange doorlooptijd. De lange doorlooptijden ontstaan door andere oorzaken. Het feit dat er niet (verder) gewerkt kan worden maakt dat er minder uren gemaakt worden, en dus is er een afname in de bezetting.

4.4 Overzicht rootcauses

Onderstaand is een overzicht te vinden van de rootcauses die bij de invloedsfactoren gevonden zijn. De rootcauses zijn bepaald aan de hand van het 5 x waarom model. Dit is samen opgesteld met de medewerkers van de Prefab en in overleg met Edwoud. Dit is te vinden in bijlage 18, inclusief een toelichting bij de impact als de exacte impact nog niet bekend was.

Invoedsfactor	Rootcause	Impact	Prioriteit
Las hal	Verouderde manipulatoren hal 1 & 2	Verlies van 20% in productiviteit	Hoog
Lasser	Geen methode voor het uitvlakken van werk waardoor tijdelijke medewerkers gehuurd moeten worden	Vershil van ongeveer 10 DI ten opzichte van vaste medewerkers.	Laag (loopt al een traject voor het uitvlakken van het werk)
Lasfouten	Gebrekkig materieel voor GMAW/FCAW lasproces	1,75 uur hersteltijd (exact een derde van totale lasfouten)	Laag (al vervangen)
Verspilling documentatie	Gebrek aan digitalisering documentatie	Gemiddeld 15 uur verspilling per project	Hoog
Ontbreken materiaal	Geen standaard werkwijze voor registreren van gevolgen van ontbreken van materiaal	Toename van circa 20 dagen in doorlooptijd	Hoog

Tabel 4.2: Overzicht rootcauses

4.5 Tollgate

Voor de tollgate van de analyse fase heb ik meerdere keren met Edwoud gesproken. Doordat er telkens wat kleine dingen wijzigden leek het mij goed om elkaar ongeveer elke twee weken te zien. Er zijn daarom gesprekken geweest op 12 & 25 april en 15 mei. Tijdens elk gesprek heb ik toegelicht wat voor data ik had gevonden en gaf hij zijn input op wat wel/niet interessant is of prioriteit heeft. Sommige zaken zijn nou eenmaal beïnvloedbaarder dan anderen. Zo gaf hij aan dat hij de gegevens over het ontbreken van materiaal interessant vond. Ook vroeg hij of ik verder onderzoek wou doen naar de specifieke oorzaken van het ontbreken van materiaal, dit was ook meteen interessant voor het

identificeren van de rootcauses. Verder leverde hij nog wat gegevens aan en al met al waren dit nuttige sessies.

Sinds de analyse fase benut ik de kennis van medewerkers beter dan in de eerdere fasen. In veel gevallen leiden nieuwe data of conclusies tot een bezoek aan Vincent. Zo heb ik op 22 mei ruim 2 uur op kantoor gezeten bij Vincent & Inus om de analyse fase te bespreken. Verder ben ik meerdere keren langsgelopen voor korte gesprekken. Vincent verwijst mij hierdoor naar de mensen met de juiste kennis voor verder onderzoek naar bijvoorbeeld de rootcauses. Verder vond hij het interessant om de verschillen te zien tussen de verschillende medewerkers. Bij praktisch elk bezoek aan Vincent wordt Inus ook in een vorm betrokken, ze zitten samen op kantoor waardoor gesprekken vaak tussen drie mensen plaats vinden. Hierdoor is Inus ook telkens op de hoogte van de voortgang en krijgt hij de kans om input te leveren.

Bij Klaas informeerde ik pas richting het einde van de analyse waardoor hij geen tijd had. Er is daarom besloten om de tollgate samen te voegen met die van de improve fase. Dit volgt dan ook in volgende hoofdstuk.

5 Improve

In dit hoofdstuk zal het verbeteren van de bestaande situatie centraal staan. In paragraaf 5.1 zal per rootcause een lijst van mogelijke verbeteringen gegeven worden. In paragraaf 5.2 zullen systematisch oplossingen gekozen worden, ook wordt hier de gewenste situatie weergegeven aan de hand van een VSM. 5.3 zal de future state VSM bevatten. 5.4 bevat de implementatie. Het hoofdstuk wordt in paragraaf 5.5 afgesloten met een tollgate.

5.1 Mogelijke oplossingen

In deze paragraaf staan de mogelijke oplossingen centraal. Dit start met een kort overzicht van de rootcauses waarvoor naar oplossingen gezocht gaat worden. Vervolgens wordt per rootcause een overzicht gegeven van mogelijke oplossingen. Voor deze mogelijke oplossingen wordt eerst een toelichting gegeven bij de oplossing. Vervolgens wordt een schatting gemaakt van de kosten en impact op de doelstelling.

5.1.1 Rootcauses met prioriteit

In de analyse fase is een lijst met rootcauses gegeven. Nu is het zo dat de organisatie heeft aangegeven voorkeur te hebben voor het verbeteren van een aantal rootcauses. Onderstaand zal een overzicht geven van de rootcauses die prioriteit hebben en als eerst verbeterd zullen worden. Een aantal rootcauses werken mogelijk door in andere invloedsfactoren. Bijvoorbeeld: het beter registreren van gebreken aan machines leidt mogelijk tot een meer proactieve houding van directie.

Invoedsfactor	Rootcause	Impact
Las hal	Verouderde manipulatoren hal 1 & 2	Verlies van 20% in productiviteit
Verspilling documentatie	Gebrek aan digitalisering documentatie	Gemiddeld 15 uur verspilling per project
Ontbreken van materiaal	Geen standaard werkwijze voor registreren van gevolgen van ontbreken van materiaal	Toename van circa 20 dagen in doorlooptijd

Tabel 5.1 Overzicht rootcauses met prioriteit

5.1.2 Mogelijke oplossingen verouderde manipulatoren

In deze paragraaf zullen de mogelijke oplossingen voor de oude manipulatoren gegeven worden. Bij de oplossingen 1 tot en met 4 wordt er uit gegaan van het feit dat de oude machine(s) eerst verwijderd worden. Anders is er onvoldoende plek voor het plaatsen van een nieuwe machine of wordt de werkruimte in de hallen beperkt.

1 Lasrobots aanschaffen

Met de ontwikkeling van nieuwe technologie wordt ook het lasproces verder ontwikkeld. Omdat er een tekort aan manipulatoren is kan er ook gebruik gemaakt gaan worden van een lasrobot. Deze kan hetzelfde laswerk uitvoeren als een mens alleen loopt niet tegen dezelfde problemen aan bij het positielassen. Met deze ontwikkeling zijn lasmachines ontworpen die de omgeving herkennen en zich hierop aanpassen (Meijndert, 2016). Hierbij wordt bijvoorbeeld gebruik gemaakt van sensoren, camera's en voelsprietten. Dit is een grote investering die leidt tot minder fouten en verhoogde productiviteit. De kosten voor een gebruikte lasrobot lopen op vanaf 20.000 (*Gebruikte lasrobot verdient zich razendsnel terug* - Rolan Robotics BV, 2021). Nieuw lasrobots zijn nog duurder, waarbij de prijs sterk afhankelijk is van de eisen van de organisatie. Tegenwoordig kan er al vanaf een serie van ongeveer 20 gelast worden met een lasrobot (*Robotlassen - de voordelen*, z.d.). Het gebruik van lasrobots leidt over het algemeen tot een significante besparing in de uren en een flinke toename in kwaliteit. Nu is de kwaliteit van de

organisatie al ruim voldoende. Deze urenbesparing wordt geschat op tientallen uren per project indien er optimaal gebruik gemaakt kan worden de robots.

2 Aanschaf nieuwe manipulator ter vervanging van de oude

Er kan gekeken worden naar de aanschaf van één of meerdere manipulators. Bij voorkeur zouden dit flexibele manipulators zijn, deze kunnen vervoerd worden naar één van de andere hallen. De hoeveelheid werk is niet constant waardoor soms meer behoefte is in de ene hal en soms in de andere hal. Wanneer de manipulators verplaatst kunnen worden zal de bezettingsgraad van deze machines stijgen en hiermee ook de algemene productiviteit. De aanschafprijs van een manipulator die geschikt is voor de werkzaamheden ligt tussen de €10.000 en €25.000. Hierbij is rekening gehouden met het feit dat er tot 10” op gelast wordt. De prijs is hier afhankelijk van de specifieke eisen. Deze manipulator leidt tot een toename van 20% in snelheid.

3 Huur manipulator bij toename in vraag

Naast de vorige gegeven oplossing kan er ook een manipulator gehuurd worden. Deze manipulators kunnen dan voor een periode gehuurd worden. Hierdoor hoeft niet meteen een groot bedrag geïnvesteerd te worden. Het nadeel is dat er na een bepaalde huurperiode er beter gekocht had kunnen worden waardoor dit alleen geschikt is voor kortere periodes. Het huren van een manipulator kost ongeveer tussen de €350 en €750 per week. Ook hier geldt dat er sprake is van een toename van 20% in snelheid.

4 Aanschaf orbitale lasmachine

Orbitaal lassen is een geautomatiseerde lasmethode die gebruikt wordt voor het verbinden van buizen en pijpen. Hierbij wordt een pijp of buis gefit in het mechanisme en roteert de lasbrander om het materiaal. De prijzen kunnen variëren van enkele duizenden tot tienduizenden euro's. Daarbij moeten nog gespecialiseerde medewerkers opgeleid of aangenomen worden voor de bediening. Deze methode is sneller en kwalitatief beter dan het lassen met de hand. Wel moet hier nog steeds een medewerker bij betrokken zijn. Deze methode leidt tot ongeveer dezelfde toename in snelheid als bij het gebruik van een manipulator, 20% sneller. Hierbij komt nog een gegarandeerde afname in de NA lassen omdat deze niet meer met de hand uitgevoerd worden.

5 Upgraden huidige manipulators

Dan kan er ook nog geïnvesteerd worden in de huidige machines. Hierbij kunnen verouderde en versleten onderdelen vervangen worden. Op deze manier hoeft geen nieuwe machine aangeschaft te worden. Vincent heeft hier eerder onderzoek naar gedaan en het upgraden zal een aantal duizend euro's kosten. Dit maakt dat de manipulators voor de komende tijd weer bruikbaar zijn en de productiviteit weer stijgt. Wel is het zo dat de kans op een storing groter is dan bij de aanschaf of huur van een nieuw apparaat. Dit betekent dat er een toename van ongeveer 20% is bij gebruik van de manipulators.

5.1.3 Mogelijke oplossingen gebrek aan digitalisering documentatie

Voor de verbeteringen die betrekking hebben op de digitalisering is er een obstakel. Het is niet mogelijk om hele nieuwe systemen te implementeren. Dit soort systemen worden top-down ingevoerd. Daarom ligt de focus hiervoor nu op zaken die de Prefab zelfstandig kan implementeren.

6 Aanschaffen tablets voor documentatie

Er is gebleken dat veel documentatie nog op papier plaats vindt en deze zaken vervolgens overgenomen moeten worden in het systeem. Om dit werk efficiënter te maken kunnen er tablets aangeschaft worden. Op deze tablets kunnen de benodigde formulieren gezet worden. Deze kunnen door de medewerkers ingevuld worden en hoeven vervolgens niet nog overgenomen te worden door de werkvoorbereiding.

Tablets zijn makkelijk mee te nemen en hierdoor goed te gebruiken op de werkplekken. Daarnaast zal dit printwerk en motion schelen. Medewerkers kunnen de tablets in de loodsen leggen en hier hebben zij vervolgens alle gegevens beschikbaar. Het aanschaffen tablets zal tussen de €500 en €2.500 kosten. Dit afhankelijk van de specificaties die gewenst worden voor de tablets. De impact van tablets zal een besparing van ongeveer 15 uur per project zijn. Dit is alle verspilling die geconstateerd is in de analyse fase.

7 Aanschaffen laptops voor documentatie

Deze oplossing lijkt relatief veel op de bovenstaande. Nu is het zo dat laptops vaak betere specificaties hebben dan tablets waardoor zwaardere programma's gedraaid kunnen worden. Ook is het zo dat het uitwerken van tekst makkelijker is op een laptop. Laptops zijn daarentegen wel minder handig om mee te nemen naar de werkplek. De aanschafprijs van een laptop ligt tussen de €500 en €4.000, afhankelijk van de specificaties. De impact zal hetzelfde zijn als die van de tablets, een besparing van 15 uur in de verspilling.

8 Inscannen van documenten mogelijk maken

In de huidige situatie zijn er programma's die geschreven tekst kunnen aflezen. Wanneer er een document opgesteld wordt dat gelezen kan worden door deze programma's kunnen de documenten gescand worden nadat deze ingevuld zijn. Deze documenten kunnen dan vrijwel meteen gelezen worden op de computers van de medewerkers. De kosten voor het aanschaffen van een desbetreffend programma kan zeer verschillen. Het kan gratis zijn maar ook enkele honderden of duizenden euro's kosten. Dit is afhankelijk van de extra functies. In principe is het registreren van de gegevens voldoende dus zal de aanschafprijs naar verwacht maximaal €500 zijn. De impact zal zitten in het feit dat de documenten niet meer met de hand overgenomen hoeven te worden. Dit is een besparing van ongeveer 12 uur. De verspilling motion blijft hierbij bestaan, de documenten blijven namelijk nog fysiek ingevuld worden.

5.1.4 Mogelijke oplossingen slechte registratie

Het probleem bij deze rootcause zit in het feit dat de registratie van gevolgen onvoldoende is om klanten te wijzen op de gemaakte afspraken. Hierdoor zit de Prefab met de problemen terwijl dit eigenlijk bij de klant (leverancier) hoort te liggen. Hierom zal gekeken worden hoe dit beter geregistreerd kan worden zodat de klant later op de gemaakte afspraken gewezen kan worden en de problemen niet meer bij V&SH liggen.

9 Revisie huidige document

Momenteel zijn er documenten waarin geregistreerd wordt welk materiaal er ontbreekt, de OSD-rapporten. Deze worden opgeslagen in een database. Aan dit rapport kan een extra categorie toegevoegd worden. In deze categorie wordt dan ook geregistreerd wat de gevolgen zijn. Hierin wordt bijvoorbeeld geregistreerd wat het kost om persoon op- en af te schalen. En wat voor kosten er gemaakt worden voor het nabestellen van de materialen bij de klant. Op deze manier wordt per project inzichtelijker gemaakt wat de gevolgen zijn zonder dat er een extra document gemaakt hoeft te worden. Op basis van deze gegevens kunnen leveranciers op de gevolgen van hun tekortkomingen gewezen worden en kunnen afspraken beter nagekomen worden door meer aantoonbaarheid.

10 Maken nieuwe document voor registratie

Ook kan er een document gemaakt worden waarin hetzelfde als bij oplossing 9 komt te staan. Dit document dient voor hetzelfde doeleinde maar zorgt ervoor dat de database met OSD-rapporten ook alleen informatie over de OSD-rapporten betreft. Dit houdt de systemen overzichtelijker en maakt het

later makkelijker om specifieke informatie terug te vinden. Dit heeft dezelfde baten als de bovenstaande oplossing.

11 Implementeren registratiesysteem

Tot slot kan er een nieuw systeem geïmplementeerd worden. In dit systeem kan dan geregistreerd wat gevolgen zijn. Dit zal vergelijkbaar zijn met de voorgaande oplossingen en ook voor hetzelfde doeleinde gelden. Het enige nadeel is dat implementatie duur is en via het hoofdkantoor van V&SH moet lopen. Dit betekent wel dat andere afdelingen van V&SH die tegen vergelijkbare problemen aanlopen hetzelfde systeem simpel kunnen implementeren. Deze methode heeft ongeveer dezelfde baten als bovenstaande oplossingen. Het voordeel hierbij is dat alles in een centrale database terecht komt, dit kan ook door het hoofdkantoor bekeken en geanalyseerd worden. Daarbij is het invoeren in een registratiesysteem simpeler en sneller.

5.2 Keuze voor implementatie

In deze paragraaf zal de keuze voor implementatie toegelicht worden. Eerst wordt in het PICK-schema een indeling gemaakt op basis van impact en inspanning. Vervolgens wordt per idee

5.2.1 PICK-schema

Voor de implementatie zijn mogelijke oplossingen besproken met werknemers. Er is hier natuurlijk gebruik gemaakt van het projectteam. Maar ook is er gesproken met werkvoorbereiders van de Prefab en de mensen van kantoor. Op kantoor zijn de ideeën bijvoorbeeld voorgelegd bij de werkvoorbereiders van buiten de Prefab, en ook er zijn calculators gesproken. Zo zijn er voor de selectie van verbeter initiatieven 10 medewerkers van V&SH betrokken. Verder zijn er vanuit de kring van de onderzoeker nog initiatieven gepeild bij mensen met specifieke kennis. Zo is er bijvoorbeeld gesproken met twee ICT'ers over het implementeren van de ICT gerelateerde initiatieven. En ook is er gesproken met een gecertificeerde lasser uit eigen kring om zijn visie op las gerelateerde veranderingen te vragen.

Op basis van alle visies is onderstaand PICK-schema opgesteld, zichtbaar in figuur 5.1. Een toelichting en onderbouwing zal per oplossing gegeven worden in paragraaf 5.2.2 en 5.2.3



Figuur 5.1: PICK-schema

5.2.2 Gekozen initiatieven

Op basis van het bovenstaande PICK-schema worden de onderstaande verbeterinitiatieven doorgevoerd:

6 Aanschaffen tablets voor documentatie

Het aanschaffen van tablets is geen grote investering voor de organisatie. Verder is implementatie zeer makkelijk omdat tegenwoordig iedereen bekend is met de apparaten, en met de in te vullen documenten zijn de medewerkers al bekend. Verder valt de implementatie van tablets samen te voegen met een aantal lopende trajecten die ook te maken hebben met digitaliseren. De organisatie is bijvoorbeeld bezig met het volledig digitaliseren van de lasregistraties. Dit maakt dat Vincent, Edwoud, Inus en de werkvoorbereiders voorkeur hebben voor tablets.

Naar verwachting zal dit 15 uur per project besparen.

2 Aanschaf manipulator

Op basis van de schattingen is de terugverdientermijn van een manipulator relatief kort, zelfs bij een lage hoeveelheid werk. Dit zal ongeveer 1 á 2 jaar zijn. Verder zijn de baten hoog, een winst van gemiddeld 20% per gemaakte las. Er waren geen tegenstanders te vinden voor de aanschaf van een nieuwe manipulator. Iedereen gaf ook voorkeur voor koop ten opzichte van huur omdat de manipulator voor tenminste 10 jaar gebruikt gaat worden.

Dit zal 20% per las die op de manipulator gemaakt wordt besparen.

9 Revisie huidig document & 10 Maken nieuw document

Er is gekozen voor een combinatie van initiatief negen en tien. Er zal een bestaand document aangepast worden naar een document dat geschikt is voor het registreren van de gevolgen van het ontbreken van materiaal. Dit zal het meerwerk formulier zijn, hierin staan alle gegevens die als belangrijk gezien worden. Dit zijn bijvoorbeeld: medewerker, gemaakte uren, handeling en kosten.

Er zullen eerst een aantal gegevens verzameld moeten worden. Vervolgens heeft de organisatie meer aantoonbaarheid van de gevolgen. De leverancier kan dan gewezen worden op de afspraken die gemaakt zijn. Indien dit niet gedaan wordt kan gebruik gemaakt worden van een boeteclausule. Op deze manier zal wel voldaan kunnen worden aan de gestelde eis van 90% van de projecten afgerond binnen 45 dagen na de eerste materiaal levering.

5.2.3 Vervallen initiatieven

Het PICK-schema laat een aantal verbeterinitiatieven zien die dubbelop zijn, of momenteel niet als geschikt worden gezien. Dit betekent dat een aantal initiatieven achterwege worden gelaten. Dit zijn:

1 Aanschaf lasrobots

Het aanschaffen van lasrobots is zeer duur. En ondanks dat er naar verwachting tientallen uren gewonnen kunnen worden is het nog maar de vraag of dit in werkelijkheid ook gered wordt. Er wordt namelijk een seriegrootte van ongeveer twintig vereist bij veel van deze machines. Nu kan niet met zekerheid gezegd worden dat deze hoeveelheden ook gered gaan worden. In samenspraak met Vincent, Inus, Edwoud en de LTD is besloten dat deze oplossing niet realistisch genoeg is vanwege de onzekerheid eromheen.

3 Huur manipulator

De huur van de manipulator die aangeschaft zal worden is 425 uur per week. Hiermee zou 20% bespaard worden per las die hierop gemaakt wordt. Nu is het zo dat in de huidige situatie één van de lasmachines zo slecht is dat door Edwoud en Vincent besloten is dat deze vervangen moet worden. Gezien de lange

periode waarin deze manipulator gebruikt gaat worden is kopen dan voordeliger. Wel blijft dit een optie voor de toekomst, wanneer één van de machines bijvoorbeeld stuk gaat. De levertermijn is namelijk beduidend korter dan het aanschaffen van een nieuwe machine.

4 Aanschaf orbitale lasmachine

Deze machine zou de voorkeur krijgen boven het aanschaffen van een manipulator op basis van de prestaties. Ongeveer even veel snelheid maar minder fouten. Nu is het zo dat hierbij vereist wordt dat de twee stukken hetzelfde formaat zijn en recht op elkaar aansluiten. Dit maakt de methode ideaal voor het lassen van stukken pijp, maar het lassen van een bevestigingsstuk of iets vergelijkbaars is niet mogelijk. Dit maakt dat deze lasmachine niet constant gebruikt kan worden. Dit maakt dat het lagere foutpercentage ten opzichte van de manipulatoren het voor Vincent, de LTD en Inus niet waard is.

5 Upgraden huidige manipulatoren

Het upgraden van de huidige manipulatoren zal een aantal duizenden euro's kosten. Hiermee neemt de productiviteit tijdelijk weer toe met ongeveer 20%. Al zal dit door de staat waarschijnlijk niet gehaald worden, de snelheid kan namelijk niet goed gereguleerd worden. Daarbij komt nog dat de kans zeer groot is dat er een storing ontstaat door één van de onderdelen die niet vervangen wordt. De manipulator zal daarom binnen een aantal jaren alsnog vervangen moeten worden. Dan investeert Edwoud liever nu geld dan eerst een tijdelijke oplossing en over een aantal jaren alsnog een nieuwe machine.

7 Aanschaffen laptops voor documentatie

Het aanschaffen van laptops ligt zeer dicht bij het aanschaffen van tablets. De kosten zijn ongeveer hetzelfde en de baten ook. Toch maakt een laptop minder mobiel dan een tablet. Voor het bedienen van een laptop heeft een persoon idealiter twee handen beschikbaar, hiervoor moet de laptop neergezet worden. Dit is alleen lang niet altijd mogelijk en dus wordt dit door de Werkvoorbereiding en Vincent niet als praktisch genoeg gezien. Inus vond dit dan weer wel handig omdat je dan niet zit met touchscreen maar met knopjes. Toch is besloten dat tablets een betere optie is.

8 Inscannen van documentatie mogelijk maken

Het inscannen van documentatie zal een relatief goedkope en makkelijk te implementeren oplossing zijn. Er wordt een programma geïnstalleerd en scannen kan met de printers die de organisatie al heeft. Dit maakt dat er twaalf uur per project gewonnen wordt. Toch wordt de verspilling motion hier niet verholpen. Dit maakt dat er door Edwoud besloten is om deze optie te verwerpen.

11 Implementeren registratiesysteem

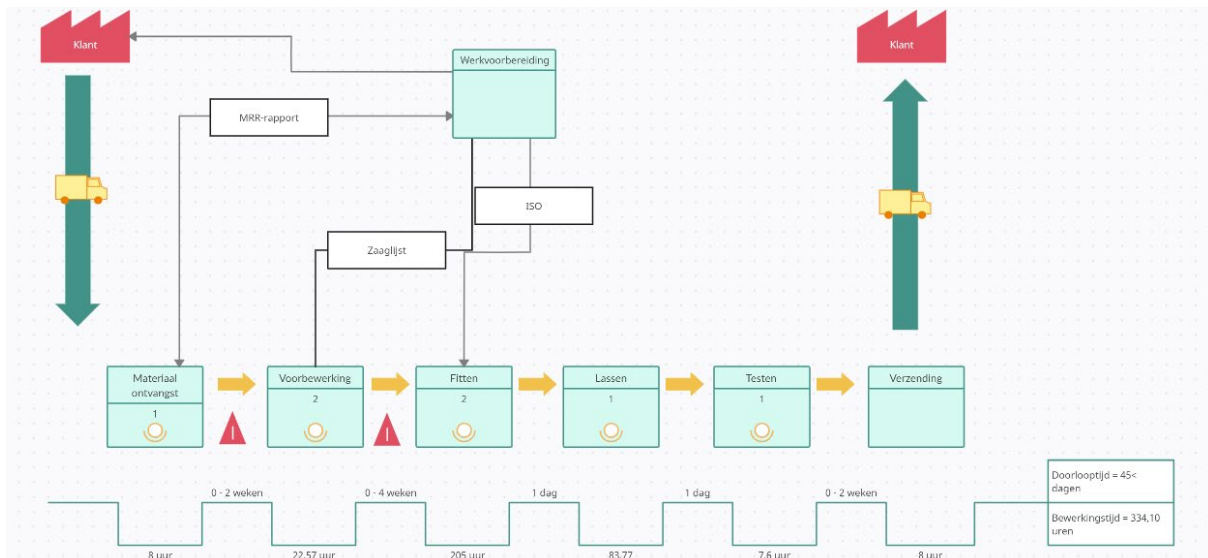
Het implementeren van een registratiesysteem is in de theorie een mooie optie. Toch is het implementeren hiervan een gedoe. Dit moet namelijk via het hoofdkantoor gedaan worden. Dit maakt de implementatie onnodig ingewikkeld en heeft het projectteam doen besluiten dat het gebruiken van een document een betere optie is.

5.3 Future state VSM

In hoofdlijnen doorloopt de VSM nog steeds dezelfde stappen. Toch zitten hier een paar aanpassingen in. De documentatie verloopt nu digitaal (te zien in de vorm van lijnen met hoek in plaats van rechte lijnen). Er zal hierdoor een besparing van 15 uur plaats vinden in de uren van werkvoorbereiding, dit is niet zichtbaar in de VSM. Dit betekent dat de werkvoorbereiding nog ongeveer 5 á 6% (ten opzichte van de 10% in de current state VSM) van de uren van een gemiddeld project beslaat.

Het lassen beslaat nog ongeveer 84 uur (na de reductie van ongeveer 19,16 uur per project). Hierdoor komen de bewerkingsprocessen op 334,10 uren. Totaal komen de uren op 367,84 wanneer de 10% (die nu nog de standaard zijn) bij de werkvoorbereidingsuren opgeteld worden. Hier gaat nog 15 vanaf voor de afname in de werkvoorbereidingstijd. Totale uren van een project nu: 352,84 uur.

Wat betreft de doorlooptijd zal er na succesvolle implementatie van het systeem een doorlooptijd van minder dan 45 dagen verwacht worden. Al is dit in de huidige situatie nog niet hard te maken.



Figuur 5.2: Future state VSM

5.4 Implementatie plan

In het implementatieplan zal gekeken worden hoe de verandering van de IST (uitgangssituatie) naar SOLL (gewenste situatie) tot stand kan komen. Er zal gestart worden met een implementatieplan en bijbehorende planning. Vervolgens zullen kosten en baten rond de verbeteringen uitgewerkt worden. Tot slot zal de stand van zaken met betrekking tot implementatie zelf behandeld worden.

Voor het implementatieplan wordt uitgegaan van een periode waar voldoende werk is. Ondanks de rustige periode die er afgelopen maanden speelde komen er na de zomer tenminste zes projecten aan. Hiermee is het komende half jaar meer dan voldoende werk en naar verwachting komen er nog een aantal projecten in opdracht waardoor dit aanhoudt tot volgend jaar.

In het implementatieplan wordt ook rekening gehouden met verandermanagement en het creëren van draagvlak. Dit zal gedaan worden met behulp van de stappen van Kotter (2012), een toelichting bij de stappen is te vinden in bijlage 19. Deze stappen zullen verweven worden in het implementatieplan. Er wordt hier gedomd op het feit dat medewerkers bereid zijn mee te werken aan een verandering en hier ook daadwerkelijk achter staan (Van Commenee, 2023).

5.4.1 Koop manipulator

De eerste verandering die doorgevoerd gaat worden is het aanschaffen van een extra manipulator. Er is gekozen voor eerst één extra manipulator, eventueel wordt later nog een tweede nieuwe aangeschaft. Omdat het gaat om een grote investering zal dit gaan via de directie. Dit betekent dat de voorbereidingen voor implementatie getroffen worden maar dat verdere implementatie niet mogelijk is tijdens het traject.

Implementatie

1. Doelstellingen (en visie):

- a. Verbeteren van efficiëntie en kwaliteit van het lasproces
 - b. Verminderen arbeidskosten en fysieke belasting lassers
 - c. Vergroten van veiligheid tijdens het lassen
 - d. Verhogen van de productiecapaciteit en het verminderen van doorlooptijd
2. Voorbereidende werkzaamheden
- a. Gevoel van urgentie; urgentie creëren is niet nodig. Alle betrokken medewerkers zijn op de hoogte van de slechte staat van de machines en willen deze graag vervangen hebben. De directie zal de urgentie ook zien als zij in het investeringsvoorstel zien wat de machines de organisatie nu kosten.
 - b. Selecteren geschikt model; In overleg met Vincent is bepaald dat het meest geschikte model voor de werkzaamheden de Posimatic PS08 is. Er is hier ook input gevraagd van de voormannen. De keuze voor dit model heeft te maken met het formaat van het materiaal dat erop gelast gaat worden, tot ongeveer 10 inch. Deze manipulator komt voornamelijk te staan op de plaats van de slechtste manipulator in hal 2. Maar ook is deze verplaatsbaar indien gewenst.
 - c. Opvragen offerte; kosten voor het gewenste model zijn: €15.804,26.
 - d. Opstellen investeringsvoorstel; conceptvoorstel met belangrijkste gegevens is te zien in bijlage 21. De bedrijfsleider heeft op 2-6-2023 akkoord gegevens op deze data. Nu ligt het concept bij de Teamleider om uit te werken tot het definitieve investeringsvoorstel voor de directie.
 - e. Samenstellen team; Onderzoeker, Teamleider (verantwoordelijk voor implementatie), Bedrijfsleider (verantwoordelijk voor aanschaf) en Voormannen (verantwoordelijk voor alle zaken op de werkvloer). Er is gekozen voor medewerkers met voldoende invloed en betrokkenheid bij het proces. Medewerkers zullen vanzelf volgen als deze medewerkers achter de verandering staan, het werk op een manipulator maakt hun werk immers makkelijker.
3. Implementatie
- a. Aanschaf manipulator door directie
 - b. Verwijdering oude manipulator
 - c. Plaatsing nieuwe manipulator
 - d. Instrueer de medewerkers over de nieuwe manipulator; veel medewerkers zijn al bekend met manipulatoren. Toch is het goed om het nieuwe model bij langs te lopen en de voordelen uit te leggen. Ook is hier ruimte voor het uitspreken van twijfels en onzekerheden.
 - e. Test of het personeel voldoende kennis bezit over de veiligheidsmaatregelen
 - f. Verwijderen oude manipulator uit onderhoudsplan
 - g. Neem de nieuwe manipulator op in het onderhoudsplan
 - h. Feedback; er zal regelmatig geïnformeerd moeten worden bij de medewerkers wat zij van de nieuwe manipulator vinden.
 - i. Toezien op gebruik (monitoren): er wordt door de Voormannen toegezien op het feit of de manipulator wanneer mogelijk gebruikt wordt.
 - j. Onderzoek of aanschaf of huur van nog een manipulator leidt tot nog betere resultaten

Planning

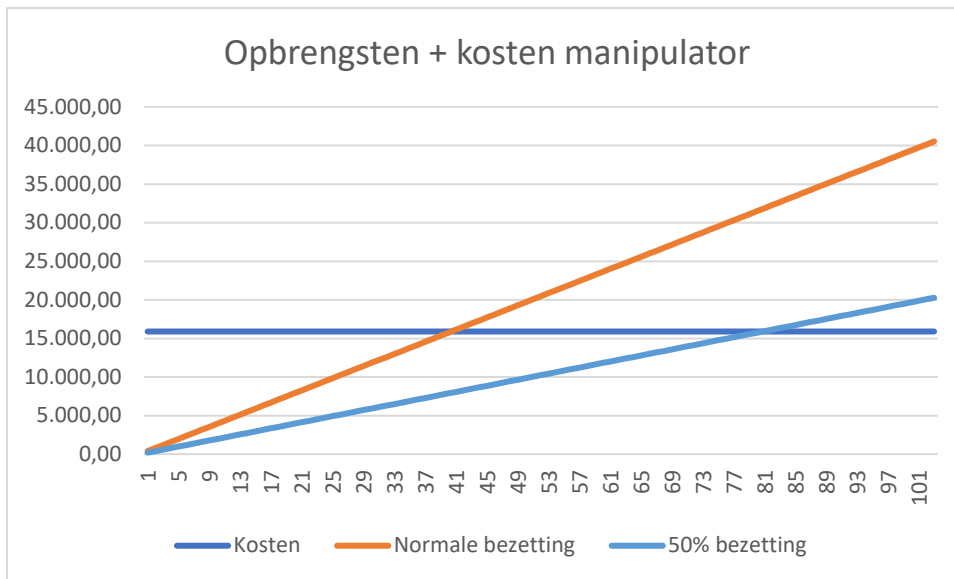
Wat?	Wie?	Datum	Status
Uitwerken idee	Onderzoeker	18-5-2023	Afgerond
Onderzoeken mogelijke obstakels	Onderzoeker, Teamleider Prefab, Bedrijfsleider	25 & 26-5-2023	Afgerond
Uitzoeken geschikt model	Onderzoeker, Teamleider Prefab	26-5-2023	Afgerond
Uitwerken financiële kosten/baten	Onderzoeker	26-5-2023	Afgerond
Opstellen concept investeringsvoorstel	Onderzoeker	1-6-2023	Afgerond
Akkoord bedrijfsleider regelen	Onderzoeker	2-6-2023	Afgerond
Uitwerken definitief voorstel	Teamleider	Week 24 (deadline 16-6-2023)	Wacht
Voorleggen plan bij directie	Bedrijfsleider	Week 25 (deadline 23-6-2023)	Wacht
Implementatie	Bedrijfsleider, Teamleider, Voormannen	Na goedkeuring directie	Wacht

Tabel 5.2: Implementatie planning verbetervoorstel 1

Kosten en baten

Er is een offerte opgevraagd bij de leverancier. Het aanschaffen van deze nieuwe manipulator kost 15.804,26.

Er zijn gegevens opgevraagd bij de afdeling calculatie. Hierbij is uitgerekend dat bij normale bezetting op jaarbasis 1775 lassen gemaakt kunnen worden op de nieuwe manipulator. Dit wordt berekend op basis van de huidige normen die V&SH gebruikt voor het calculeren en de komende projecten. Bij het lassen in positie zouden 1775 lassen 1437 uren kosten, met een manipulator zijn dit 1149,60 uren. Er worden dus 287,40 uren bespaard bij aanschaf van een extra manipulator. Gemiddelde kosten voor een lasser (inclusief verbruik) zijn €71,20. Op basis van deze normale bezetting (zoals nu verwacht wordt) is de manipulator dan terugverdiend na 42 weken. Indien de bezettingsgraad maar de helft van de normale bezetting is (zoals nu) dan is de terugverdientermijn 82 weken. Per project zou hiermee gemiddeld 19,16 uur bespaard worden.



Figuur 5.3: Visualisatie terugverdientermijn aanschaf manipulator

Toekomstige kansen

In de toekomst zijn er twee zaken mogelijk: het aanschaffen of huren van nog een manipulator. Deze kan dan ter vervanging zijn van één van de oudere manipulatoren die nog in de hallen staan. Hiervoor moet opnieuw de stappen van de voorbereiding doorgelopen worden. Ook is het goed om hier een klein vooronderzoek te doen naar de verwachte resultaten.

Ook is het goed om onderzoek te doen naar andere opties naast deze manipulator. Technologie ontwikkelt zich in hoog tempo en misschien is er over een aantal jaren een goed alternatief beschikbaar.

Stand van zaken

Momenteel is deze verbetering zover dat het concept investeringsvoorstel klaar is. Hierin staan de belangrijkste gegevens over de investering. Dit is nu neergelegd bij de Teamleider. Deze gaat het geheel controleren en voegt eventueel nog relevante zaken toe. Deze legt dit voorstel vervolgens neer bij de Bedrijfsleider die dit doorstuurt naar de directie. Zoals het er nu uitziet lijkt de manipulator na de zomer geïmplementeerd te worden, dit is afhankelijk van de levertermijn. De verwachte levertermijn is tussen de 8 en 12 weken.

5.4.2 Aanschaf tablets voor documentatie

De eerste verandering die doorgevoerd gaat worden is het implementeren van tablets voor de documentatie. Onderstaand het implementatieplan met daaronder een planning.

Implementatieplan

1. Doelstellingen (en visie)
 - a. Het digitaliseren van de documentatie om de efficiëntie en toegankelijkheid te verbeteren.
 - b. Het verminderen van motion gedurende de werkdag
 - c. Het verminderen van papiergebruik en hiermee het bevorderen van milieuvriendelijkheid.
 - d. Het vergemakkelijken van het delen en (samen)werken aan documenten
2. Voorbereidende werkzaamheden

- a. Onderzoeken mogelijke obstakels; hierbij was één probleem duidelijk, de tablets moeten een stootje kunnen hebben. Hiervoor is geïnformeerd bij de ICT, het gebruik van een rugged tablet hoest moet voldoende zijn.
 - b. Creëren van urgentie; alle medewerkers zijn ondertussen op de hoogte van het feit dat er verspilling plaats vindt. De werkvoorbereiding en Vincent nemen het voortouw in het doorvoeren van de verandering.
 - c. In kaart brengen documenten die digitaal gebruikt gaan worden; Dit zullen in eerste instantie twee documenten zijn. Het document voor de materiaal ontvangsten en het document voor het registreren van de chargenummers. In de toekomst zal gekeken worden naar mogelijke uitbreiding en dus meer documenten en functies.
 - d. Selecteren geschikt model in de online omgeving van de organisatie; Voor het aanschaffen van de tablets is gekeken naar robuustheid. In de omgeving waarin gewerkt wordt is de kans namelijk aanwezig dat de tablets een stootje krijgen. De afdeling ICT gaf aan dat het gebruik van een normale tablet met een rugged case voldoende bescherming geeft. Er zijn al andere afdelingen binnen moederonderneming VolkerWessels die gebruik maken van tablets en dit getest hebben. In overleg met de projectadministratie & project coördinator is besloten om twee stuks Samsung Galaxy Tab S8 Plus te bestellen. Dit heeft een aantal redenen. Het gewenste besturingssysteem is Android. Verder zou het model voldoende groot moeten zijn, in dit geval is gekozen voor 12,4 inch. Dit maakt dat alle documenten goed en geheel leesbaar zijn. Verder is gekeken naar voldoende snelheid voor eventuele zwaardere programma's.
 - e. Samenstellen team; er zal een team samengesteld worden met voldoende kennis en invloed. Dit zal bestaan uit: Onderzoeker, Teamleider, Projectadministratie (kan voorzien in materialen), Project Coördinator (voert implementatie uit) en werkvoorbereiding (verantwoordelijk voor gebruik).
3. Implementatieproces
- a. Verkrijgen van twee tablets; Er zijn twee stuks Samsung Galaxy Tab S8 Plus besteld (zie bijlage 20). Er is gekozen voor twee om te voorkomen dat er in drukke periodes loketwachtijd ontstaat.
 - b. Toegangsbeheer; installeren van het bedrijfsportaal. Hiervan uit kunnen de benodigde documenten en andere gegevens bereikt worden.
 - c. Beveiliging; het fysiek en digitaal beveiligen van tablet. Fysieke beveiliging door middel van een stevige hoes. Digitale beveiliging kan simpelweg door het installeren van de bedrijfsportaal en het instellen van een bijbehorende toegangscode.
 - d. Inrichten tablets; het installeren van de juiste programma's zoals Excel waarin de bestanden worden ingevoerd.
 - e. Aanpassen werkinstructies; ook zal in de werkinstructies aangepast moeten worden dat de documenten nu digitaal gebruikt worden. Voor de werkvoorbereiding betekent dit dat zij de documenten nu niet meer printen maar digitaal klaarzetten. Voor de andere medewerkers zal aangepast worden dat de documenten nu online te vinden zijn, voor vragen kunnen zij terecht bij de werkvoorbereiding.
 - f. Training voor medewerkers; het geven van een introductie zal gezamenlijk met alle medewerkers plaatsvinden. Alle medewerkers zijn al bekend met het systeem via hun werktelefoon. Ook zijn alle medewerkers al bekend met de documenten. Deze werden eerst uitgeprint en exact dezelfde zijn nu beschikbaar op de tablets. Hier wordt ook duidelijk gemaakt wat de reden van de implementatie is. Veel van de medewerkers hebben ondertussen door waarom de verandering doorgevoerd wordt maar nog onduidelijk is de impact, dit zal daarom nog gecommuniceerd worden.

- g. Verder onderzoek naar toekomstige kansen; zie kopje toekomstige kansen onder de implementatieplanning
- h. Feedback en monitoren; ondanks de voorbereidingen is het toch mogelijk dat niet alle stappen even soepel verlopen. Het is daarom van belang dat de bedrijfsleider, projectcoördinator en werkvoorbereiders blijven monitoren bij de medewerkers hoe de nieuwe methode verloopt. Mocht blijken dat iets niet werkt zoals gewenst kan er gekeken worden hoe dit gecorrigeerd kan worden.

Planning

Wat?	Wie?	Datum	Status
Onderzoeken mogelijke obstakels	Onderzoeker, Project Coördinator, ICT	26-5-2023	Afgerond
Uitzoeken geschikt model	Onderzoeker, Project Coördinator, Projectadministratie	31-5-2023	Afgerond
Onderzoeken kansen nu & toekomst	Onderzoeker, Senior Project Manager, Werkvoorbereider	31-5-2023	Afgerond
Akkoord teamleider regelen	Onderzoeker	1-6-2023	Afgerond
Akkoord bedrijfsleider regelen	Onderzoeker	2-6-2023	Afgerond
Bestellen materiaal definitief	Projectadministratie	2-6-2023	Afgerond
Levering materiaal	Leverancier	6-6-2023	Afgerond
Levering hoezen	Leverancier	Onbekend	Wacht
Aanvragen visueel stuurmiddel	Onderzoeker	Aangevraagd op 6-6-2023	Wacht
Installeren + beveiligen tablets	Onderzoeker, Project Coördinator, Projectadministratie	8-6-2023	Wacht
Aanpassen werkinstructies	Teamleider	8-6-2023	Wacht
Introductie medewerkers	Onderzoeker, Teamleider	12-6-2023	Wacht
Monitoren & feedback vragen	Teamleider, Project Coördinator	Voortdurend	Wacht

Tabel 5.3: Implementatie planning verbetervoorstel 2

Toekomstige kansen

Met de implementatie van tablets liggen in de toekomst nog veel meer kansen dan alleen het digitaal documenteren. Hiervoor zijn twee gesprekken gevoerd met Klaas en Erik (werkvoorbereider). Klaas gaf tijdens de tollgate aan dat de organisatie bezig is met een aantal programma's die binnen heel V&SH doorgevoerd gaan worden. Deze trajecten focussen op slim & digitaal registreren van gegevens.

Er worden bijvoorbeeld QR-codes geplakt bij de lassen waarmee de lasregistraties sneller uit te voeren zijn, en de gegevens hiervan beter terug te vinden zijn. Dit systeem kan met de invoer van tablets ook

toegepast worden bij de Prefab. Hierdoor is alle informatie direct na het invoeren voor alle betrokkenen beschikbaar.

Daarbij wordt organisatie breed een Kanban systeem ingevoerd. Hiervoor is een flowchart opgesteld in bijlage 24. De processen die in het rode vierkant staan zijn de processen binnen de Prefab die hierbij ingevoerd moeten worden. Het gebruik van de tablets kan dit proces makkelijker maken wanneer de applicatie werkt. Per deelproces kan op de tablet simpel ingevoerd wat er afgerond is en hiermee wordt de voortgang bijgehouden worden. Ook kan dit systeem gekoppeld worden aan het lassyteem waarbij tot op de las nauwkeurig gezien kan worden hoever een proces is. De implementatie van de tablets zal dus bijdragen aan de implementatie van deze projecten. Al ligt de implementatie hiervan nog in de toekomst.

Kosten en baten

Hierbij is ook de terugverdientermijn in uren berekend. Dit is op basis van het gemiddeld uurloon van een werkvoorbereider: €68.

Model	Kostprijs	Terugverdientermijn
Samsung Galaxy Tab S8 Plus	€2.158	32 uur
Rugged hoezen	€100	2 uur

Tabel 5.4: Kosten + terugverdientermijn verbetervoorstel 2

Per project zal er naar verwachting 15 uur bespaard worden. Dit is verdeeld over vier vlakken: MRR-rapporten; vier uur, Chargenummers; zes uur, nalevering registreren (MRR-rapport + chargenummers); twee uur en drie uur aan motion. Dit komt neer op een besparing van €1.020 per project. Dit betekent dat de volledige investering is terugverdiend na drie projecten.

Stand van zaken

Op het moment van schrijven is de implementatie vol in gang. De tablets zijn op 6-6 geleverd en de verdere implementatie staat direct na inlevering van het rapport op de planning. Er is contact geweest met alle betrokken partijen en er is duidelijk wat de vervolgstappen zijn. De tablets kunnen geïnstalleerd worden door de Projectadministratie en de onderzoeker. Vervolgens kunnen de benodigde documenten in samenspraak met de Project Coördinator en werkvoorbereiding klaargezet worden. Vervolgens zal ook getest worden of dit naar behoren werkt en zullen indien nodig kleine aanpassingen gemaakt worden. Het werkelijke gebruik wordt uitgesteld tot de hoezen geleverd zijn, het zou zonde zijn als de tablets beschadigd raken na korte tijd. De exacte leverdatum is nog niet bekend maar dit zal in de weken na afronding van het project zijn.

5.4.3 Revisie huidig document voor registratie gevolgen

In de huidige situatie ontbreekt aantoonbaarheid van (en onderbouwing bij) de gevolgen van een materiaal levering. Toch worden vergelijkbare situaties wel geregistreerd. Dit maakt dat het implementeren van deze verandering relatief simpel is. Er wordt gebruik gemaakt van het document ‘verrekenstaat uitgevoerd werk of meer/minderwerk’. Deze wordt ook gebruikt voor situaties waarin bijvoorbeeld storingen plaatsvinden. In bijlage 22 is een het document te zien. De gegevens die geregistreerd worden komen overeen met wat de organisatie wil registreren voor deze rootcause.

Dit document zal vanaf heden gebruikt worden bij elke levering waar het materiaal niet compleet is. Hiermee wordt duidelijker wat voor extra kosten er gemaakt worden en kan dit ook beter onderbouwd worden naar de klanten. De verantwoordelijkheid hiervoor ligt in principe bij Vincent & Inus maar ook is het belangrijk dat andere medewerkers registreren wat voor uren zij hier nou precies voor maken.

De implementatie van deze oplossing focust voornamelijk op een reductie van de doorlooptijd. Maar ook leidt het niet compleet leveren van materiaal tot extra gemaakte uren door medewerkers, al is hedendaags nog niet bekend wat de exacte invloed hiervan is.

Implementatieplan

1. Doelstellingen
 - a. Verbeteren van registratie van de gevolgen van het niet compleet leveren van materiaal
 - b. Identificeren en kwantificeren van de impact van het niet compleet leveren van materiaal
 - c. Het nemen van maatregelen om de herhaling van niet compleet leveren te voorkomen en efficiëntie te verbeteren
2. Voorbereidende werkzaamheden
 - a. Bepaal welke informatie geregistreerd moet worden
 - b. Stel een registratieformulier op
 - c. Stel verantwoordelijken aan voor het invullen en indien van de registratieformulieren
3. Implementatie
 - a. Informeer de medewerkers over het belang van de nieuwe registratie methode
 - b. Organiseer een sessie om de nieuwe registratiemethode te introduceren
 - c. Zorg ervoor dat alle betrokken op de hoogte zijn van de gevolgen van incomplete registratie
 - d. Integreer het registratieformulier in de documenten van de organisatie; dit zal gedaan worden door een extra map aan te maken op de projectschijf. Hierin worden deze documenten verzameld
 - e. Monitoring en feedback

Planning

Wat?	Wie?	Datum	Status
Bepalen wat geregistreerd moet worden	Onderzoeker, Bedrijfsleider	25-5-2023	Afgerond
Opstellen (/aanpassen) formulier	Onderzoeker	25-5-2023	Afgerond
Aanstellen verantwoordelijke	Onderzoeker, Bedrijfsleider	25-5-2023	Afgerond
Informereren over belang nieuwe methode	Onderzoeker, Bedrijfsleider, Teamleider	25-5-2023	Afgerond
Integreren formulier in standaard documentatie	Onderzoeker, ICT	Onbekend (aangevraagd)	Wacht
Monitoren gebruik	Bedrijfsleider, Teamleider	Voortdurend	Wacht
Stimuleren gedragsverandering	Onderzoeker, Bedrijfsleider	Voortdurend (zie control fase voor borging)	Wacht
Voorlichting alle medewerkers	Onderzoeker	27-6-2023	Wacht

Kosten en baten

Het is lastig uit te drukken wat dit exact gaat besparen in geld. Het is in de huidige situatie namelijk nog niet inzichtelijk wat voor gevolgen het niet compleet leveren van materiaal heeft. Wel is bekend dat een tweede levering gemiddeld tot twee extra gemaakte uren leidt. Dit zijn alleen nog maar de uren voor het registreren van de binnenkomst en het registreren van de chargenummers. Dit zal dan tenminste €164 (2 * €62) aan loon voor de werkvoorbereiding besparen.

Ook brengt dit een aantal extra kosten met zich mee. Er moeten nu namelijk extra registraties plaats vinden. Dit zal naar verwachting ongeveer een uur duren per project. Het gaat hier namelijk om een schattig niet een gemeten iets. Dit kost weer 62 euro. Al met al zal dit uiteindelijk een aantal uren tot een aantal dagen per foute levering kunnen besparen maar de exacte impact valt niet te bepalen.

Stand van zaken

Het document is opgesteld (bijlage 22). Deze zal vanaf nu gebruikt worden. Verder is met de betrokkenen het belang ervan besproken. Er zal ook nog een algemene voorlichting volgen voor alle medewerkers op 27-6. Hierin zal de toepassing en het belang van gebruik van het document toegelicht worden. In principe is de Teamleider verantwoordelijk voor het registreren van het document. Toch is hierbij enige input van de werkvoorbereiding en voormannen nodig. Dit maakt dat dit ook in de sessie op 27-6 besproken en toegelicht gaat worden.

Toekomstige kansen

Omdat er nog geen data beschikbaar is zal dit eerst een periode verzameld moeten worden. Eén project zal nog onvoldoende onderbouwing zijn om aan te tonen wat de gevolgen zijn voor de organisatie. Wanneer van een aantal projecten data beschikbaar is kan de organisatie naar de leverancier(s) stappen. Hier kan dan gesproken worden over de materiaal leveringen en de gevolgen van het niet compleet leveren. Ook kan de leverancier hier op de gemaakte afspraken gewezen worden. Dit zal opgepakt worden door de Teamleider, eventueel met ondersteuning van de Bedrijfsleider, Project Coördinator of werkvoorbereiding.

5.5 Tollgate

De tollgate 's van de improve en control fase hebben gelijktijdig plaats gevonden. Dit kwam gezien de tijd en agenda's van de betrokkenen beter uit. De toelichting voor beide fasen zal daarom volgen aan het einde van hoofdstuk zes.

6 Control

In de control fase staat het borgen van de gemaakte voortgang centraal. Eerst zullen procesverbeteringen geborgd worden in paragraaf 6.1. Daarna zal gekeken worden naar de monitoring van het proces en out-of-control situaties in paragraaf 6.2. Daarna zal de algehele financiële impact van het project beschreven worden in paragraaf 6.3. Tot slot wordt het hoofdstuk afgesloten met een tollgate in paragraaf 6.4.

6.1 Borging

Dan zullen de doorgevoerde verandering geborgd moeten worden. Er zal eerst een overzicht gegeven worden van de verbeteringen en de borgingstechnieken. Vervolgens zal een toelichting gegeven worden per verbetering en borging. Hier zal een korte toelichting gegeven worden van de borgingsmethode, een uitgebreide toelichting is te vinden in bijlage 23

Verbetering	Borgingstechnieken
Aanschaf nieuwe manipulator	Gemba Walk, Borgingspiramide
Aanschaf tablets voor documentatie	RACI-matrix, Borgingspiramide
Revisie huidig document voor registratie gevolgen	RACI-matrix, Procesaudits

Tabel 6.1: Overzicht borgingsmaatregelen

Borging verbetering 1

Het borgen van het gebruik van de manipulator zal geen probleem vormen. Alle lassers zijn op de hoogte van het feit dat een manipulator hun werk makkelijker maakt en geven hier indien mogelijk altijd de voorkeur aan. Zij zullen met plezier gebruik maken van de nieuwe manipulator. Toch zal hier toezicht op gehouden worden. Gedurende de dag brengt Vincent of Inus regelmatig een bezoek aan de werkvloer. Deze bezoeken zijn vergelijkbaar met Gemba Walks. Hierbij wordt geïnformeerd naar de stand van zaken en wordt geobserveerd hoe alles verloopt. Verder worden hier belangrijke zaken doorgegeven. Tijdens deze Gemba Walk zal nu ook geobserveerd worden of er gebruik gemaakt wordt van de manipulator. Al wordt niet verwacht dat dit een probleem zal vormen. Zoals eerder gezegd maakt de manipulator het werk makkelijker en maken de lassers er graag gebruik van.

Verder is een manipulator in de hal één groot visueel hulpmiddel. Het apparaat is ongeveer 2 meter hoog en 1,5 meter breed en valt hierdoor niet te missen in de hal. Hierdoor zullen de medewerkers die op dat moment in de hal werken het apparaat niet missen. Dit maakt dat zij op dagelijkse basis herinnerd worden aan het feit dat deze beschikbaar is.

Borging verbetering 2

De borging van verbetering twee, de implementatie van tablets, zal starten met een RACI-matrix. Hierin worden verantwoordelijkheden van de personen die betrokken zijn bij het proces weergegeven. Gezien er een aantal veranderingen in de taken worden doorgevoerd is het goed om duidelijk te maken wie welke taak heeft.

Functionaris	Bedrijfsleider	Teamleider	Project Coördinator	Werkvoorbereiding	Voormannen	Fitters
Activiteit	A					
Ondersteunende activiteiten tablets		I	A	R		
Klaarzetten documenten				R	I	
Invullen MRR-rapport			I	I	CA	R
Registreren charginummers		A	I	R	C	C
Bewaken van kwaliteit	C	A	C	R		
Uitbreiden gebruiksfuncties		AR	C	R	I	I

Tabel 6.2: RACI-matrix verbetering 1

Dan wordt voor de werkvoorbereiding nog een visueel hulpmiddel & een aanpassing in de werkinstructie toegepast. Het visuele hulpmiddel zal de tablet zelf zijn, deze worden op een duidelijk zichtbare plek gestald in het kantoor van de werkvoorbereiding. Hierbij komt nog een aanpassing in de werkinstructie van de werkvoorbereiding waar in de huidige situatie documenten geprint worden verandert dit naar de situatie dat de documenten klaargezet moeten worden op de tablets voor de fitters.

Voor de fitters wordt een fail-safe gebruikt. Zij krijgen simpelweg niet meer papier aangeleverd maar moeten het nu doen met de tablets. Wat betreft het volledig invullen van de documenten zal een visueel stuurmiddel gebruikt worden. Wanneer een vakje niet is ingevuld zal er een pop-up op het scherm komen dat er gegevens ontbreken. Vervolgens kunnen de gegevens ingevoerd worden. Dit visuele stuurmiddel zal door de ICT nog geïnstalleerd worden.

Borging verbetering 3

Verbetering drie zal op twee manieren geborgd worden: met een RACI-matrix en audits. Onderstaand het RACI-model. Hierin staan de taken die ontstaan uit de doorgevoerde veranderingen. Onder het model is nog een toelichting te vinden per taak.

Taak/ persoon	Bedrijfsleider	Teamleider	Project Coördinator	Werkvoorbereiding	Voormannen
Activiteiten	A				
Registreren gevolgen		AR		C	C
Registreren afspraken	A	R	C	I	
Analyseren verzamelde gegevens		AR	C	C	
Handhaven afspraken materiaal		AC		R	
Monitoring	A	R		I	
Audits	AR	C	C	I	

Tabel 6.3: RACI-matrix verbetering 2

Binnen deze verandering zullen er ook interne audits plaatsvinden. Deze audits zullen uitgevoerd worden door Edwoud en Vincent. Op korte termijn zal de focus hier liggen op het correct verzamelen van de gegevens en het opbouwen van een database. Daarna zal de focus liggen op het nakomen van de gemaakte afspraken. Hierbij is het uiteindelijk belangrijk of dit het gewenste effect heeft. Dit zal daarom

gekoppeld worden aan de monitoring van de doorlooptijden en compleetheid van het materiaal. Wanneer dit niet werkt zullen er aanpassingen gedaan moeten worden. De verantwoordelijkheid voor deze audits en het nieuwe proces ligt bij Edwoud en Vincent.

Het uitvoeren van de audit zal gebeuren aan de hand van onderstaand stappenplan:

1. Voorbereiding
 - a. Selecteer betrokken medewerkers; zoals de Teamleider, Project Coördinator en voormannen.
 - b. Bepaald het doel; korte termijn zal dit het correct verzamelen van gegevens zijn. Na enige tijd ligt de focus op het nakomen van afspraken en verkorten van doorlooptijden.
 - c. Stel een auditplanning op; tijd, duur en moment.
 - d. Verzamel de documentatie; zoals de geregistreerde gegevens en mogelijk analyses of conclusies.
2. Uitvoering
 - a. Korte inleiding door Teamleider; deze zal kort introduceren wat het doel van de audit is.
 - b. Voer de audit uit; review de documenten, spreek met medewerkers en observeer het proces en de resultaten.
 - c. Documenteer bevindingen van de audit.
3. Beoordeling van de audit
 - a. Analyseer bevindingen; registreer de informatie in een document. Zoek hierbij naar fouten en inconsistenties.
 - b. Classificeer de gegevens.
 - c. Wijs (nieuwe) verantwoordelijkheden aan; kijk wat er goed gaat of anders moet. Wijs eventueel (nieuwe) taken toe aan medewerkers om het proces beter te laten verlopen.
4. Rapportage
 - a. Stel het auditrapport op met alle gegevens.
 - b. Distribueer het rapport.

6.2 Monitoring

6.2.1 Monitoren

Er zal een overzicht gemaakt worden dat op dezelfde manier geregistreerd wordt als de manier waarop de data voor dit project is verzameld, een kopie met een aantal voorbeelden hiervan is te vinden in het onderstaande figuur. Om te zorgen dat dit ook daadwerkelijk gedaan wordt zal er een verantwoordelijke aangesteld worden. Dit zal Vincent zijn, hij registreert op vrijdag de uren en zal dan ook wekelijks deze gegevens registreren. Dit document zal ook op dezelfde plek gezet worden als de urenregistratie zodat er ook een visueel hulpmiddel is.

Project nr.	Project Omschrijving	Doorlooptijd	Materiaal binnen	Materiaal compleet?	Aantal leveringen	Verzendbon	Voorbewerkingsuren	Test uren	Las uren	Fit uren	Totaal	
PR03220016	VITENS Ombouw Reservoir IJsselmuiden		63	15-2-2022 Nee	2	19-4-2022	0		12	86	158	256

Figuur 6.1: Registratie voor monitoring

Verder zit er in de toekomst een uitgebreider systeem geïmplementeerd worden waarmee beter gemonitord kan worden. Er zal in de toekomst een Kanban systeem geïmplementeerd worden waarmee de interne processen beter gemonitord kunnen worden. Het hoofdkantoor van de organisatie is dit momenteel aan het ontwikkelen (zie flowchart bij concept in bijlage 24). Het Prefab deel is hier in rood omlijnt. Tot dit beschikbaar is zal de bovenstaande oplossing gebruikt worden voor de monitoring.

Wat betreft het monitoren van de gestelde doelen zal op jaarbasis gekeken worden. Hiervoor is gekozen vanwege de variatie. Nu is het zo dat vanwege de kleine steekproef het kan zijn dat de werkelijke waarden afwijken van de waarden in de doelstelling. Daarom zal tijdens deze monitoring op jaarbasis ook bepaald worden of de doelstelling aangepast moet worden. Hiervoor ligt de verantwoordelijkheid bij de Bedrijfsleider en Teamleider.

6.2.2 Out of control plan

Het out of control plan zal uit drie stukken bestaan. De eerste hiervan is de control chart waarin out of control situaties herkend kunnen worden. Vervolgens wordt voor de doorlooptijd aan de hand van een flowchart bepaald wat de vervolgstappen zijn. Voor de bewerkingstijd wordt een out of control action plan opgesteld (OCAP).

Control chart

In dit geval zal er gebruik gemaakt worden van een I-MR chart. Wanneer één van de metingen buiten de control limits valt is er sprake van een out of control situatie en zal er gekeken moeten worden naar een mogelijke oorzaak. Er wordt onderscheidt gemaakt in out-of-control situaties voor de doorlooptijd en de bewerkingstijd.

Doorlooptijd

Voor de doorlooptijd is een stroomdiagram opgesteld. Als er een uitschieter in de control chart te vinden is zal eerst gekeken worden wat de totale bewerkingsuren van het project waren. Indien dit meer dan 700 uur is moet deze uitschieter genegeerd worden, dit is namelijk een groot project en dat verklaart de bijzondere variatie. Stap twee is kijken of het materiaal compleet geleverd is in het MRR-rapport. Als dit niet zo is moet gecontroleerd of dit juist geregistreerd is, is dit nog niet gebeurt dan moet dit nog gebeuren. Vervolgens moet de leverancier gewezen worden op het feit dat de afspraken niet nagekomen zijn. Dan is de derde optie kijken of er een machine storing was. Dit kan gecontroleerd worden door te informeren bij de technische dienst die de reparaties uitvoeren. Er moet ook weer gecontroleerd worden of dit geregistreerd is. Wanneer dit geregistreerd is wordt dit verzameld in een database. Als er meerdere meldingen zijn gemaakt bij dezelfde machine is het tijd om te kijken of deze vervangen moet worden aan de hand van een business case. Dit alles zal geborgd worden in een flowchart die op het kantoor wordt opgehangen (zie bijlage 25).

Bewerkingstijd

Voor de bewerkingstijd zal er ook een plan opgesteld worden. Hiervoor wordt ook een control chart opgesteld. Omdat hier minder eenduidig is waar de oorzaak ligt wordt er een stappenplan opgesteld.

1. Verzamel beschikbare gegevens over het project; zoals de calculatie met gegevens zoals het aantal te lassen DI en het aantal uit te voeren bewerkingen. Spreek ook met medewerkers over de processen en het project.
2. Bepaal of het niet gaat om een groot project met veel bewerkingen; dit is een veel voorkomende oorzaak van uitschieters in de control charts.
3. Categoriseer de gegevens in de verschillende bewerkingsprocessen
4. Analyseer de bewerkingstijden; kijk of het proces ergens slechter presteert dan verwacht
5. Identificeer de oorzaken van langere bewerkingstijden
6. Vergelijk met eerdere projecten (benchmark)
7. Onderzoek mogelijkheden voor verbeteringen
8. Implementeer verbeteringen
9. Blijven monitoren

6.3 Financiële impact

De financiële impact zal uit twee delen bestaan: de werkelijke kosten/opbrengsten en de toekomstige kosten/opbrengsten.

6.3.1 Werkelijke kosten en opbrengsten

De werkelijke kosten zal uit een twee onderdelen bestaan. De eerste hiervan is de personeelskosten. Vervolgens zal een overzicht gegeven worden van de investeringen en hun terugverdientermijnen.

Personeelskosten

Ten opzichte van de verwachte kosten heb ik meer contact gehad met Vincent dan verwacht. Dit kwam omdat hij mij veel ondersteunde en indien nodig doorverwees naar de juiste mensen. Klaas is uiteindelijk minder vaak gezien dan ik bij aanvang had verwacht. Toch hebben wij een aantal meetings gehad waarin hij mij van feedback en kennis heeft voorzien. Ook is tijdens deze sessies de tollgate uitgevoerd. Onderstaand een overzicht van de werkelijke gemaakte uren van het projectteam.

Teamlid	Kosten (euro per uur)	Uren (per week)	Uren (totaal)	Kosten (in euro's, per week)	Kosten (in euro's, totaal)
Edwoud Eiten	117	1	20	117	2.340
Vincent van der Wielen	79	3	60	237	4.740
Inus Kuik	70	2	40	140	2.800
Klaas Bats	103	0,25	5	25,75	2.652,25
Martijn Keur	2,8125	30	600	84,375	1.687,50
Totaal van het team	-	32,67	633,40	593	14.219,71

Tabel 6.4: Werkelijke begroting projectteam

Investeringen & opbrengsten

Onderstaand een overzicht van de investeringen, de besparingen van de investering en de terugverdientermijn van de investering. Naar verwachting zal er een besparing plaats vinden van ongeveer 34 uur per project. Natuurlijk fluctueert dit afhankelijk van de zaken per project. Mist bijvoorbeeld materiaal zal er tijd besteed worden aan het registreren van de gevolgen hiervan, dit kost dan weer wat tijd. Maar gemiddeld wordt 34 uur verwacht.

Verbetering	Investering	Gemiddelde besparing per project	Terugverdientermijn
Tablets + hoezen	2.258,00	15 uur	34 uur
Manipulator	15.804,26	19,16 uur	42 tot 82 weken

Tabel 6.5: Investeringen

6.3.2 Toekomstige kosten en opbrengsten

Dan leiden de veranderingen die zijn doorgevoerd ook tot kosten en opbrengsten in de toekomst. Onderstaand is een overzicht van de toekomstige kosten en opbrengsten gegeven. Hier wordt de besparing per project berekend, dit is op basis van de gemiddelde kosten voor een productie uur (exclusief kosten voor materialen).

Voor de manipulator zijn er ook ondersteunende zaken die geregeld moeten worden zoals: onderhoud, inspectie, schoonmaak en training. Nu worden deze kosten in de huidige situatie ook gemaakt voor de manipulatoren en dus zal dit niet meegenomen worden in de toekomstige opbrengsten/kosten.

Verbetering	Kosten / opbrengsten	Euro's
Manipulator	Besparing van gemiddeld 19,16 uur per klein project. Voor grotere projecten extrapoleert dit.	19,16 * 62 = 1.187,92 besparing per project.
Tablets (ondersteunende taken zoals onderhoud)	2 uur per week	124 per week
Tablets (besparing)	15 uur per project (13 uur als materiaal leveringen verbeteren)	15 * 62 = 930 per project (806 als materiaal leveringen verbeteren)
Materiaal levering verbeterd	Besparing 2 uur per project	124 per project
Bijhouden gevolgen materiaal leveringen	2 uur per project door Teamleider	158 per keer dat materiaal mist

Tabel 6.6: Overzicht toekomstige kosten/opbrengsten

6.4 Tollgate

De tollgate's van de improve en control fase zijn samen uitgevoerd. Ik heb met Edwoud gezeten op 25-5 en 2-6. Hierin hebben wij mijn verbetervoorstellen besproken. Hij was vooral te spreken over het feit dat ik pragmatisch te werk ga. Wat zit er niet goed en hoe gaan we dit aanpassen. Hij was vooral te spreken over de implementatie van tablets en de aanschaf van een nieuwe manipulator. Voor de tablets ben ik toen doorverwezen naar Ellen, deze werkt op de administratie en later hebben wij de tablets samen besteld. Voor de manipulator verwees hij mij door naar Vincent. Als ik de data had mocht ik een concept maken, Vincent zou dit verder uitwerken. Vervolgens zou Edwoud ervoor zorgen dat dit werd doorgevoerd.

Ik ben bij Vincent & Inus geweest op 31-5 om mijn ideeën te bespreken. Zij hebben veel input geleverd voor de haalbaarheid en verwachte invloed van de ideeën op de doelstelling. Verder heb ik dagelijks contact gehad met hun op de mail voor kleine zaken zoals extra informatie.

Ook heb ik Klaas nu weer gesproken. Dit was een vrij lang gesprek waarin wij vooral de focus hebben gelegd op de rootcauses en verbeterinitiatieven. Hij wist veel te vertellen over de implementatie van de tablets bij de Prefab en over digitalisering binnen V&SH in het algemeen. Hij heeft hier nog een aantal ideeën aangedragen voor toekomstige toepassingen van de tablets. Ook vertelde hij over het feit dat de gevolgen van het ontbreken van materiaal (en alle andere gebreken binnen de Prefab) vroeger uitgebreid geregistreerd werd. Toen werd wanneer nodig geacht een bezoek gebracht aan leveranciers en klanten met de constatering. Deze werden dan ook gewezen op de afspraken die gemaakt waren. Hij vertelde ook dat er toen minder problemen waren met bijvoorbeeld de materiaalleveringen. Hij vond het dan ook slim om beter te registreren wat de gevolgen van het ontbreken van materiaal zijn. Dit zal er volgens hem toe leiden dat de problemen die hier nu mee spelen verdwijnen.

Handtekeningen ter bevestiging van de tollgate zijn te vinden in bijlage 7.

7 Reflectie

Hoofdstuk 7 bevat de reflectie. Dit betreft eerst een stukje potentiële kritiek. Vervolgens worden de waarde van de resultaten besproken. In paragraaf 7.3 wordt mogelijk vervolgonderzoek besproken. Het hoofdstuk wordt afgesloten met leerpunten voor volgende projecten.

7.1 Potentiële kritiek

Dan is er ook nog potentiële kritiek op het onderzoek, in deze paragraaf wordt dit toegelicht.

Kleine steekproef

Het eerste hiervan is dat de gebruikte steekproef relatief klein is. Een kleine steekproef kan de generaliseerbaarheid van de resultaten beperken. Ook kan de doelstelling niet correct zijn.

Het maakt dat de werkelijke waarden af kunnen wijken van de gebruikte waarden. Dit is geprobeerd te borgen door gebruik te maken van aanvullende data en de overige beschikbare kennis en gegevens in de organisatie. Toch blijft de betrouwbaarheid van de steekproef laag en dus kan de doelstelling heel makkelijk, of helemaal niet behaald worden in de toekomst. Daarom is het belangrijk om het proces en de gegevens te blijven monitoren. De grenzen zullen indien nodig op jaarbasis bijgesteld worden.

Kans op subjectiviteit door gebruik van input van medewerkers

Een tweede punt van potentiële kritiek is dat niet alle gegevens gemeten zijn. Door de lage hoeveelheid werk was het niet mogelijk om alles te meten. Toen bijvoorbeeld duidelijk werd dat er verspilling plaats vond in de documentatie is meteen geïnformeerd naar mogelijke materiaal ontvangsten die plaats gingen vinden maar dit waren er maar twee voor de rest van het project. Hierdoor berust een deel van het onderzoek op gegevens die vanuit medewerkers komen. Hierdoor bestaat kans op subjectiviteit. Dit is geprobeerd te borgen door het betrekken van meerdere werknemers voor deze data. Dit is gebeurd in zowel groepjes als losse gesprekken.

Meetinstrumenten

Een punt van potentiële kritiek zou kunnen zijn dat er geen MSA uitgevoerd op de meetsystemen. Dit kan ertoe leiden dat de systemen niet betrouwbaar of nauwkeurig genoeg zijn en data niet voldoende betrouwbaar. Toch is deze data geborgd. Er zijn indien mogelijk een aantal metingen uitgevoerd, hierin zijn geen afwijkingen gevonden. Dit heeft de onderzoeker en het projectteam doen besluiten dat het uitvoeren een uitgebreide MSA het gezien de tijd niet waard was.

Dan kon op niet alle data een MSA uitgevoerd worden. Hier is onderzoek gedaan naar de meetmethode. Aan de hand hiervan is bijvoorbeeld besloten dat een oud document met gegevens over het fitten/lassen als onvoldoende betrouwbaar gezien werd voor de huidige situatie. Toch zijn de documenten die gebruikt zijn als voldoende betrouwbaar geacht door het projectteam.

Data-analyse en interpretatie

Kritiek kan worden geleverd op de manier waarop de gegevens zijn geanalyseerd en geïnterpreteerd. Bijvoorbeeld als er fouten zijn gemaakt in de statistische analyse of als er belangrijke variabelen zijn weggelaten. Ook kunnen belangrijke resultaten verkeerd worden geïnterpreteerd of overdreven worden gepresenteerd, of er zijn alternatieve interpretaties mogelijk.

Gezien het hier gaat om een Black Belt in opleiding is het mogelijk dat bovenstaande zaken voorkomen. Dit is geprobeerd te borgen door de feedback van de ervaren Black Belts die de begeleiding van het traject doen zo goed mogelijk te verwerken. Toch bestaat hier de kans dat er fouten zijn gemaakt vanwege het gebrek aan ervaring en kennis.

7.2 Waarde van de resultaten

De implicaties bij de waarde van de resultaten zijn in voorgaande paragraaf besproken. In deze paragraaf zal de waarde van de resultaten besproken, voornamelijk gericht op de organisatie.

Voor de waarde van de resultaten is het vooral belangrijk wat de opdrachtgever kan met de resultaten van het onderzoek. Voor deze resultaten is het belangrijk om ook mee te nemen wat de organisatie belangrijk vindt. De organisatie vindt het vooral belangrijk waar de ruimte voor verbetering zat (bepaald in de analyse fase) en wat zij hieraan kunnen doen (improve en control fase). Hierbij was ook het resultaat belangrijk, wat gaan de veranderingen de organisatie opleveren?

Voor de gegevens die gebruikt zijn is gebruik gemaakt van zoveel mogelijk beschikbare kennis en gegevens binnen de organisatie. Dit maakt dat er zoveel mogelijke relevante verbetervoorstellen ontstaan. Ook is er tijdens het onderzoek gelet op het feit wat de organisatie belangrijk vindt, en waar voor hen de waarde ligt.

In het begin van het traject voelde ik veel weerstand vanuit de medewerkers. Gedurende het project vorderde en er een aantal concrete verbeterpunten en verbetervoorstellen ontstonden verminderde dit fors. Vooral het aanschaffen van tablets en een nieuwe manipulator hebben veel waarde voor de organisatie. De terugverdientermijn en opbrengst is ruim voldoende. Zelfs al zou dit een keer zo lang zijn dan is de organisatie nog voor de voorstellen, dit gaf Edwoud aan tijdens een van onze meetings. Edwoud, Vincent, Inus en alle andere medewerkers zijn meer dan tevreden met de resultaten van het onderzoek.

7.3 Mogelijk vervolgonderzoek

Naast de waarde van de resultaten zijn er nog een aantal zaken naar boven gekomen die interessant kunnen zijn voor vervolgonderzoek. Onderstaand een overzicht van punten waar mogelijk nog verder onderzoek naar gedaan kan worden.

Onderzoek naar niet meetbare zaken

Tijdens mijn periode heb ik zeer vaak opmerkingen gekregen over zaken die niet meetbaar zijn. Dit betreft bijvoorbeeld: aanzicht terrein, zwaar verouderde kantine (met gaten in de muur) en de GRE-hal die alleen als opslag gebruikt wordt. Dit zijn allemaal zaken die van invloed zijn op het personeel maar niet per se meetbaar zijn voor een onderzoek. In mijn optiek zal het wel goed zijn om hier onderzoek naar te doen. Ik denk dat dit het werkplezier en de productiviteit op lange termijn kan verhogen.

Onderzoek naar uitbreiding van gebruiksmogelijkheden tablets

Zoals eerder benoemd zijn er veel mogelijke toepassingen voor het gebruik van de tablets. Dit maakt dat een onderzoek naar alle mogelijkheden het zeker waard gaat zijn. Er kan bijvoorbeeld gekeken worden in welke mate de tablets bij kunnen dragen aan de lasregistraties.

Onderzoek naar aanschaf nog een manipulator

Een van de manipulatoren gaat vervangen worden naar aanleiding van dit rapport. Hier is gebleken dat er aardig bedrag bespaard kan worden. Nu staan er nog meer verouderde manipulatoren in de hallen. Het kan interessant zijn om uit te zoeken wat de aanschaf van nieuwe manipulator(en) gaat opleveren.

Onderzoek naar batchgroottes

In de huidige situatie worden vaak hele batches verwerkt. Alles tegelijk voorbereiden of fitten, tenzij er iets nageleverd wordt. Het kan interessant zijn om onderzoek te doen naar het verwerken van kleinere batches om meer flow te creëren. Nu is het zo dat na een rustige periode lassers moeten wachten tot alles

voorbewerkt en gefit is. Dit is allemaal wachttijd en zonde van het loon dat hun betaald wordt gedurende deze tijd.

7.4 Leerpunten

Dan zijn er nog een aantal punten waar ik de volgende keer van zou kunnen leren. De eerste hiervan is dat ik in het begin te veel zelfstandig wou doen. Ik had een paar verkennende gesprekken gehad en begon met het uitwerken van de define-measure fase. Pas toen ik meer gesprekken begon te voeren merkte ik dat ik hier veel inzichten verkreeg. Dat ik een slechte start had maakte dat ik de rest van de periode achter de feiten aanliep. Volgende keer zal ik meer gesprekken willen voeren vroeg in het traject om meer kennis te verzamelen voordat ik begin met het uitwerken van de define-measure fase.

Daarbij kijk ik niet kritisch genoeg naar mijn eigen werk. Dit maakt dat ik regelmatig een foutje over het hoofd zie of er een inconsistentie in de analyse voorkomt. Voor de volgende keer is het goed om vanaf het begin regelmatig zaken te laten controleren door iemand die betrokken is. Dit zal ik blijven doen tot ik de theorie goed onder de knie heb, en ik voldoende ervaring heb.

Verder kan ik nog werken aan mijn onderzoeksvaardigheden. Dit zit hem dan vooral in het goed definiëren van de opdracht en het uitzetten van de measure fase. Dit zijn zaken die ik tijdens zowel het Green Belt als het Black Belt traject erg moeilijk vond. Ik wil mij daarom hier ook nog verder ontwikkelen.

Tot slot wil ik mijn tijdsbeheer verbeteren. Ik liep aan het eind van de scriptie tegen het feit aan dat ik meer werk moest uitvoeren dan ik tijd had. Hierdoor was ik telkens een aantal dagen te laat met het inleveren van mijn werk. Gelukkig was dat nu geen probleem en weet ik dit voor de volgende keer. Ik wil graag werken aan het beter en effectiever plannen van mijn werkzaamheden zodat ik de volgende keer mijn project tijdig kan afronden. Hiervoor zal ik in de toekomst hulp vragen bij het plannen.

Literatuurlijst

Al-Aomar, R. (2012). A lean construction framework with Six Sigma rating. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(4), 299–314. <https://doi.org/10.1108/20401461211284761>

An, Y., Chen, X., Hu, J., Zhang, L., Li, Y., & Jiang, J. (2022). Joint optimization of preventive maintenance and production rescheduling with new machine insertion and processing speed selection. *Reliability Engineering & System Safety*, 220, 108269. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108269>

Arık, O. A. (2021, januari). Permutation flow shop scheduling problem consisting of 4 jobs and 4 machines. *researchgate.net*. https://www.researchgate.net/publication/343519322_Population-based_Tabu_search_with_evolutionary_strategies_for_permutation_flow_shop_scheduling_problems_under_effects_of_position-dependent_learning_and_linear_deterioration

Baykoç, Ö. F., & Erol, S. (1998). Simulation modelling and analysis of a JIT production system. *International Journal of Production Economics*, 55(2), 203–212. [https://doi.org/10.1016/s0925-5273\(98\)00061-9](https://doi.org/10.1016/s0925-5273(98)00061-9)

Bevans, R. (2023). Betrouwbaarheidsinterval Berekenen | Formules & Voorbeelden. *Scribbr*. <https://www.scribbr.nl/statistiek/betrouwbaarheidsinterval/>

Blanchard, K., Ballard, J., Lacinak, T., & Tompkins, C. (2014). De Orka Award: de kracht van de positieve feedback. *Business Contact*.

Braglia, M., Di Paco, F., & Marrazzini, L. (2023). A new Lean tool for efficiency evaluation in SMED projects. *Research Square (Research Square)*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2463269/v1>

Brito, M. F., Ramos, A. L. F. A., Carneiro, P., & Gonçalves, M. A. (2019). THE EIGHTH WASTE: NON-UTILIZED TALENT. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/340978747_THE_EIGHTH_WASTE_NON-UTILIZED_TALENT?_iepl%5BgeneralViewId%5D=GxXle7PDZ0kIUdnIrvI2gRI88R7QhI2S0CNN&_iepl%5Bcontexts%5D%5B0%5D=searchReact&_iepl%5BviewId%5D=9b4wNqfTIPFXFaouNSuZL ooklQLbJDcGACY5&_iepl%5BsearchType%5D=publication&_iepl%5Bdata%5D%5BcountLessEqual%5D=1&_iepl%5Bdata%5D%5BinteractedWithPosition1%5D=1&_iepl%5Bdata%5D%5BwithoutEnrichment%5D=1&_iepl%5Bposition%5D=1&_iepl%5BrgKey%5D=PB%3A340978747&_iepl%5BtargetEntityId%5D=PB%3A340978747&_iepl%5BinteractionType%5D=publicationTitle

Brodny, J., & Tutak, M. (2017). Application of Elements of TPM Strategy for Operation Analysis of Mining Machine. *IOP Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/95/4/042019>

Eakin, J. M., & Gladstone, B. (2020). “Value-adding” Analysis: Doing More With Qualitative Data. *International journal of qualitative methods*, 19, 160940692094933. <https://doi.org/10.1177/1609406920949333>

Gebruikte lasrobot verdient zich razendsnel terug - Rolan Robotics BV. (2021, 23 maart). *Rolan Robotics BV*. <https://www.rolan-robotics.nl/updates/gebruikte-lasrobot-verdient-zich-razendsnel-terug/#:~:text=Concrete%20investering&text=Een%20gebruikte%20lasrobot%20koopt%20u,%E2%82%AC%201495%2C%E2%80%93%20per%20maand.>

Goubergen, D.V., Landeghem, H.V., 2002. Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing* 18, pp. 205 214

Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994–1011. <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>

- Johnson, D. J. (2003). A framework for reducing manufacturing throughput time. *Journal of Manufacturing Systems*, 22(4), 283–298. [https://doi.org/10.1016/s0278-6125\(03\)80009-2](https://doi.org/10.1016/s0278-6125(03)80009-2)
- Korte, G. (2022, 19 juli). Lean Management: doorlooptijd en bewerkingstijd. Gosse's Blog. Geraadpleegd op 11 mei 2023, van <http://gossekorte.blogspot.com/2011/08/lean-management-doorlooptijd-en.html>
- Korte, G. (2022, 19 juli). Lean Management: doorlooptijd en bewerkingstijd. Gosse's Blog. Geraadpleegd op 11 mei 2023, van <http://gossekorte.blogspot.com/2011/08/lean-management-doorlooptijd-en.html>
- Li, J. (2003). Improving the performance of job shop manufacturing with demand-pull production control by reducing set-up/processing time variability. *International Journal of Production Economics*, 84(3), 255–270. [https://doi.org/10.1016/s0925-5273\(02\)00447-4](https://doi.org/10.1016/s0925-5273(02)00447-4)
- Meijndert, N. C. (2016). OP WEG NAAR EEN VOORDELIGER LASPROCES [Universitaire scriptie]. Universiteit Twente.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.
- Prefab shop - Visser & Smit Hanab.* (z.d.). Copyright © 2023. <https://www.vshanab.nl/nl/wat-wij-doen/prefab-shop>
- Robotlassen - de voordelen.* (z.d.). <https://tosec.nl/nl/wiki/robotlassen-de-voordelen/>
- Sari, Y., & Wibisono. (2019). An empirical study of how the deployment of lean sigma can reduce its enemies: waste, overburden and defect. *University of Surabaya*, https://www.researchgate.net/publication/335524038_An_empirical_study_of_how_the_deployment_of_lean_sigma_can_reduce_its_enemies_waste_overburden_and_defect
- Senapati, A. K., Mishra, P. C., Routra, B. C., & Biswas, A. (2012). An Extensive Literature Review on Lead Time Reduction in Inventory Control. *International Journal of Engineering and Advanced Technology* (IJEAT), 1(6). https://www.researchgate.net/profile/Ajit-Senapati/publication/273129878_AN_EXTENSIVE_LITERATURE_REVIEW_ON_LEAD_TIME_REDUCTION_IN_INVENTORY_CONTROL/links/54f863470cf2ccffe9df02ca/AN-EXTENSIVE-LITERATURE-REVIEW-ON-LEAD-TIME-REDUCTION-IN-INVENTORY-CONTROL.pdf
- Shou, W., Wang, J., Wu, P., & Wang, X. (2020). Value adding and non-value adding activities in turnaround maintenance process: classification, validation, and benefits. *Production Planning & Control*, 31(1), 60–77. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1629038>
- Silver, E.A., Pyke, D.F. and Peterson, R. *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. New York. Wiley, 1998
- Skoledo. (2022a, maart 25). *Steekproefomvang* | Skoledo. <https://www.skoledo.com/module-4/steekproefomvang/>
- Skoledo. (2022b, maart 27). *Procesanalyse: wat zijn de invloedsfactoren?* | Skoledo. <https://www.skoledo.com/module-5/procesanalyse-wat-zijn-de-invloedsfactoren/>
- Skoledo. (2022c, mei 9). *Toetsen medianen* | Skoledo. <https://www.skoledo.com/module-5/toetsen-medianen/>

Skoledo. (2022d, september 13). *Procesanalyse en invloedsfactoren: op proces gebaseerde instrumenten* | Skoledo. <https://www.skoledo.com/module-5/procesanalyse-op-proces-gebaseerde-instrumenten/>

Steiner, S. H., & MacKay, R. J. (2005). *Statistical Engineering: An Algorithm for Reducing Variation in Manufacturing Processes*. Asq Press.

Syan, C. S., & Ramsoobag, G. (2019). Maintenance applications of multi-criteria optimization: A review. *Reliability Engineering & System Safety*, 190, 106520. <https://doi.org/10.1016/j.res.2019.106520>

The Effects Of The Variation. (z.d.). BerriProcess. <https://berriprocess.com/en/the-effects-of-the-variation/>

Van Commenee, K. (2023). Draagvlak creëren, hoe werkt dat eigenlijk? Scienta. <https://www.scienta.nl/blog/draagvlak-creeren-hoe-werkt-dat-eigenlijk/>

Verschure, M. D. E., Hiddema, U. F., & Van Beek, C. C. (2006). *Management Van Patiëntenstromen*. Bohn Stafleu van Loghum.

Versluis, G. (2020, 11 mei). *Bewerkingstijd, cycle time en takt tijd - Gedrag beïnvloeden met data*. Gedrag beïnvloeden met data. Geraadpleegd op 11 mei 2023, van <https://leanpartners.nl/bewerkingstijd-cycle-time-en-takt-tijd/>

Visser & Smit Hanab. (z.d.). *Visie & Missie - Visser & Smit Hanab*. Geraadpleegd op 14 februari 2023, van <https://www.vshanab.nl/nl/over-ons/visie-missie>

Womack, J.P., Jones, D.T. (2003) *Lean Thinking*. Revised edition. London: Simon and Schuster

Womack, J. P., and D. T. Jones. 1996. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon and Schuster.

Zhou, S., Chen, Y., & Shi, J. (2004). Statistical Estimation and Testing for Variation Root-Cause Identification of Multistage Manufacturing Processes. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 1(1), 73–83. <https://doi.org/10.1109/tase.2004.829427>

Bijlage 1 Foto's
Leidingwerk



Glasvezelversterkte Epoxy piping



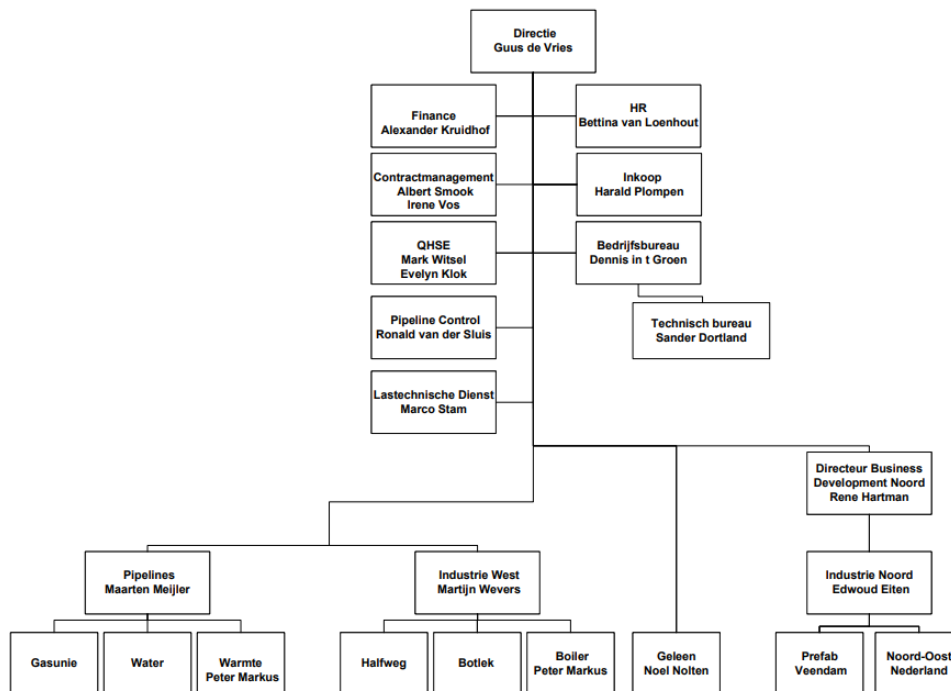
Skids



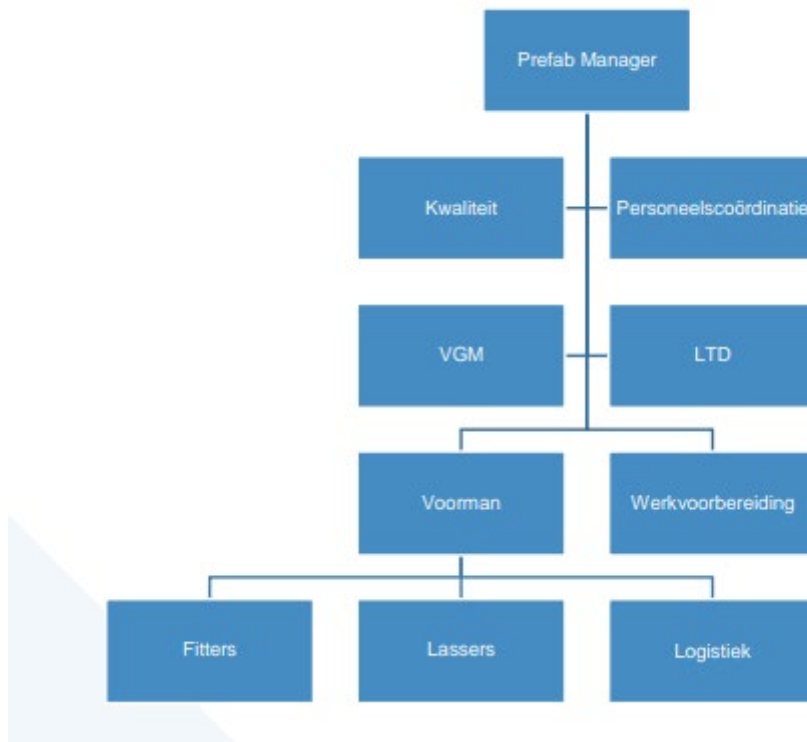
Bijlage 2 Organogram Pipelines & Industry

Pipelines & Industry
01-10-2022

 **Visser & Smit Hanab**
brengt energie



Bijlage 3 Organogram Prefab




Bijlage 4 Gegevens Prefab locatie

<u>Prefab locatie</u>	<u>Veendam, Nederland</u>
Oppervlakte	Hal 1: 700 m2 Hal 2: 700 m2 Hal 3: 860 m2 GRE hal: 850 m2 <u>Laydown area</u> : 11.000 m2
Hijs capaciteit	15 x 1,0 – 1,5 ton 5 x 2,5 ton 4 x 5,0 ton 2 x 20 ton
Productie capaciteit	Dia-inch/week: 8.000 Ton/week: 150 Automaatlassen
Transport capaciteit	Weg: Lengte 24 meters Spoor: Lengte 24 meters Water: Lengte 120 meters, breedte 8 meters, 1.500 ton

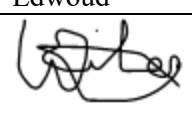
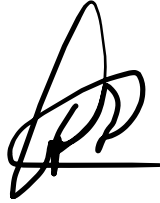
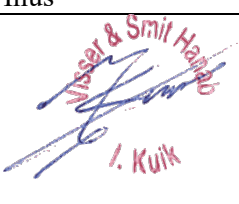


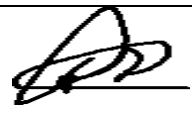
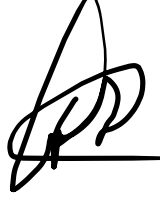




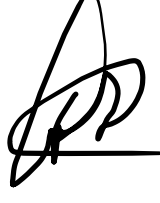
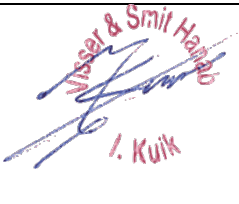




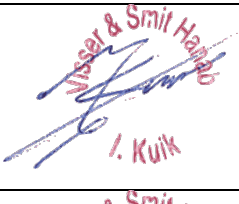



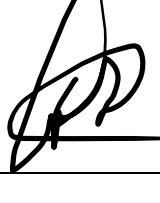
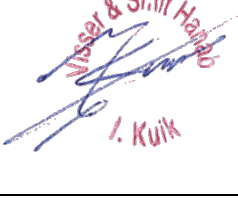


Bijlage 5 Weekplanning

DMAIC fase	Activiteit	Week
Define	Inleiding schrijven	1
	Formuleren voorlopige doelstelling	1
	Voorlopige project charter opstellen	1
	Voorlopig projectteam benoemen	1
	Afbakenen project	1
	Kosten en baten (begroting)	2
	Haalbaarheidsstudie	2
	CTQ flowdown	2 3
	SIPOC	2 3
Measure	Meetplan A	4
	Meetplan B	4
	Betrouwbaarheid data	4
	Meet systeem valideren	4
	MSA	4 5
	Analysemethode	5
	Data verzamelen	5
	Proces capaciteit	5
Analyse	Regelkaart	6
	Opstellen current VSM	6 7
	Identificatie belangrijkste X-en	7 8 9
Improve	Oplossingen bedenken	10 11
	Opstellen implementatieplan	10 11
	Implementatie en impact	11
	Verandermanagement & draagvlak	12
	Opstellen future VSM	12
Control	Procesborging	13
	Financiële impact	13
	Monitoring	14
	OCAP maken	14
	Project overdragen aan opdrachtgever	14
	Projectteam bedanken	14

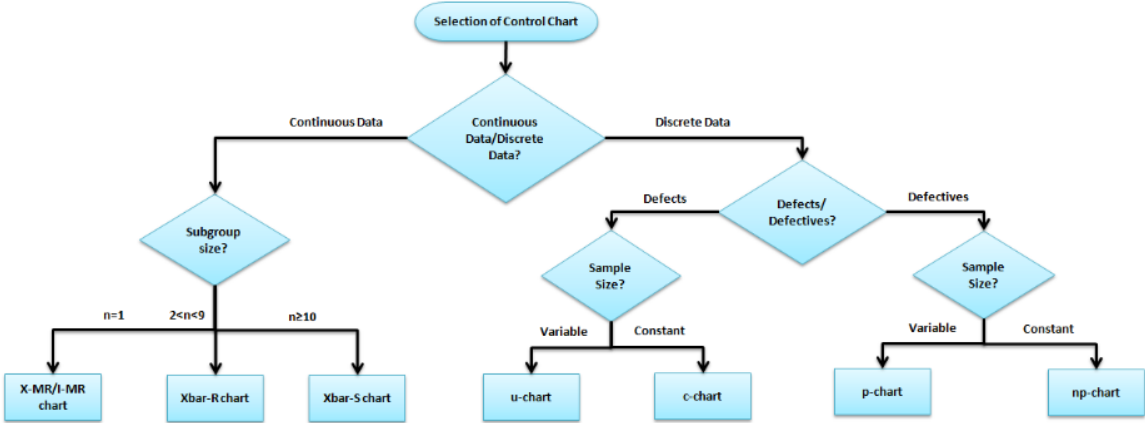
Bijlage 6 Haalbaarheidsscan

<h1>De haalbaarheidsscan</h1>		 skoledo <small>LEREN TE ZIEN</small>
<p>Geef per stelling een score : een 1 geef je wanneer het niet of zwaar onvoldoende is geregeld. Een 3 geef je wanneer het goed is geregeld en een 2 geef je wanneer het een beetje is geregeld. Per aandachtsgebied moet je minimaal 8 punten scoren.</p>		
Aanleiding project en noodzaak		Score
1 Stakeholders weten waarom dit project van belang is		2
2 De Champion en een paar Stakeholders hebben er last van wanneer het project niet doorgaat		2
3 De Champion, belangrijke Stakeholders en het team staan achter de doelstelling		3
4 De doelstelling van het project is gekoppeld aan een VOC en/of VOB		3
Score Aanleiding project en noodzaak		10
Geld		Score
1 Het is bekend wat voor type financiële baten die project zal hebben		2
2 Het is bekend wat voor budget (bijvoorbeeld euro's en/of uren) nodig is voor het doorlopen van de DMAIC		2
3 De Champion heeft het budget beschikbaar gesteld		3
4 In de business case zijn COPQ benoemd en te verwachten baten benoemd		3
Score Geld		10
Organisatie		
1 De Champion, BB en GB hebben de vereiste bevoegdheden		3
2 Het projectteam is samengesteld en heeft voldoende omvang		3
3 Het projectteam is kwalitatief goed samengesteld, gezien ervaring, competenties en skills		3
4 Afspraken over tollgate's, besluitvorming en communicatie zijn gemaakt		3
Score Organisatie		12
Kwaliteit		
1 De doelstelling van het project is SMART		3
2 Data voor de analyse is beschikbaar of kan verzameld worden		3
3 De oplossing voor het probleem is nog niet bekend		3
4 Het probleem is principieel oplosbaar		3
Score Kwaliteit		12
Informatie		
1 We weten welke Stakeholders we op welke wijze gaan informeren tijdens het project		3
2 De tollgate's zijn gepland per fase		2
3 We communiceren duidelijk over de aanleiding en uitvoering van dit project aan betrokkenen		3
4 Medewerkers/ teamleden voelen zich vrij om te melden wat ze zien en horen		3
Score Informatie		11
Tijd		
1 Het project is gefaseerd en gepland		3
2 De deadlines zijn haalbaar		2
3 Teamleden zijn voldoende vrijgemaakt om een bijdrage te leveren aan het project		3
4 Het project duurt maximaal 3 tot 6 maanden		3
Score Informatie		11
3R's: Randvoorwaarden, Risico's en Resulterende neveneffecten		
1 De randvoorwaarden voor het project zijn duidelijk		3
2 Risico's die het projectresultaat op GOKIT-factoren negatief kunnen beïnvloeden zijn benoemd		3
3 Er zijn voldoende risicoreducerende maatregelen genomen		3
4 Het is bekend welke gewenste/ ongewenste effecten dit project kan hebben op andere aspecten		3
Score 3 R's		12

Bijlage 7 Handtekeningen tollgate

Fase	Edwoud	Vincent	Inus	Klaas	Martijn
Define					
Measure					
Analyse					
Improve					
Control					

Bijlage 8 Flowchart selecteren control chart



Bijlage 9 Sigma tabel

THE SIGMA TABLE					
Sigma	DPMO	Yield	Sigma	DPMO	Yield
6	3.4	99.99966%	3	66807	93.3%
5.9	5.4	99.99946%	2.9	80757	91.90%
5.8	8.5	99.99915%	2.8	96801	90.3%
5.7	13	99.99866%	2.7	115070	88.5%
5.6	21	99.9979%	2.6	135666	86.4%
5.5	32	99.9968%	2.5	158655	84.1%
5.4	48	99.9952%	2.4	184060	81.6%
5.3	72	99.9928%	2.3	211855	78.8%
5.2	108	99.9892%	2.2	241964	75.8%
5.1	159	99.984%	2.1	274253	72.6%
5	233	99.977%	2	308538	69.1%
4.9	337	99.966%	1.9	344578	65.5%
4.8	483	99.952%	1.8	382089	61.8%
4.7	687	99.931%	1.7	420740	57.9%
4.6	968	99.90%	1.6	460172	54.0%
4.5	1350	99.87%	1.5	500000	50.0%
4.4	1866	99.81%	1.4	539828	46.0%
4.3	2555	99.74%	1.3	579260	42.1%
4.2	3467	99.65%	1.2	617911	38.2%
4.1	4661	99.53%	1.1	655422	34.5%
4	6210	99.38%	1	691462	30.9%
3.9	8198	99.18%	0.9	725747	27.4%
3.8	10724	98.90%	0.8	758036	24.2%
3.7	13903	98.60%	0.7	788145	21.2%
3.6	17864	98.20%	0.6	815940	18.4%
3.5	22750	97.70%	0.5	841345	15.9%
3.4	28716	97.10%	0.4	864334	13.6%
3.3	35930	96.40%	0.3	884930	11.5%
3.2	44565	95.50%	0.2	903199	9.7%
3.1	54799	94.50%	0.1	919243	8.1%

Bijlage 10 Produktie sheet lassen



Visser & Smit Hanab
brengt energie

Naam: _____
Datum: _____
Project: _____

PRODUKTIE SHEET LASSEN PREFAB VEENDAM

Dia.	Sch	Mat.	Proces	Aantal	Dia.	Sch	Mat.	Proces	Aantal
1"					12"				
1,5"					16"				
2"					20"				
3"					24"				
4"					30"				
6"					36"				
8"					40"				
10"					42"				
Specials									

Bijlage 11 Produktie sheet fitten

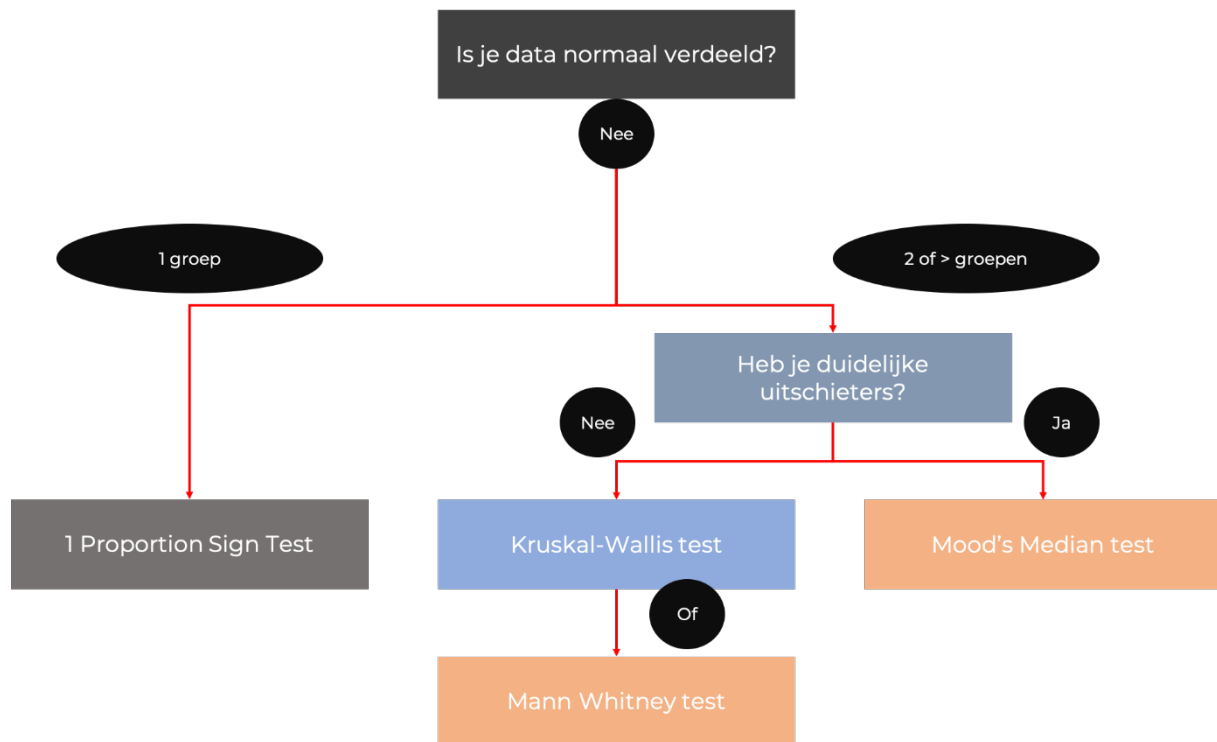
 Visser & Smit Hanab brengt energie	Naam:			
	Datum:			
	Project:			

PRODUKTIE SHEET FITTEN PREFAB VEENDAM

Dia.	Sch	Mat.	Proces	Aantal	Dia.	Sch	Mat.	Proces	Aantal
1"					12"				
1,5"					16"				
2"					20"				
3"					24"				
4"					30"				
6"					36"				
8"					40"				
10"					42"				
Specials									

Bijlage 13 Hypothesetoetsen voor medianen

Hypothesetoetsen voor medianen

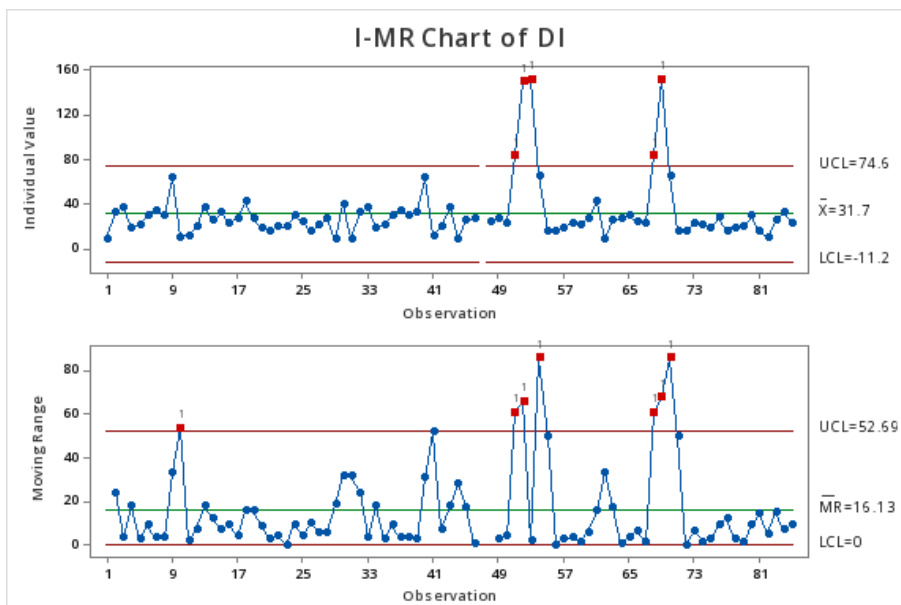
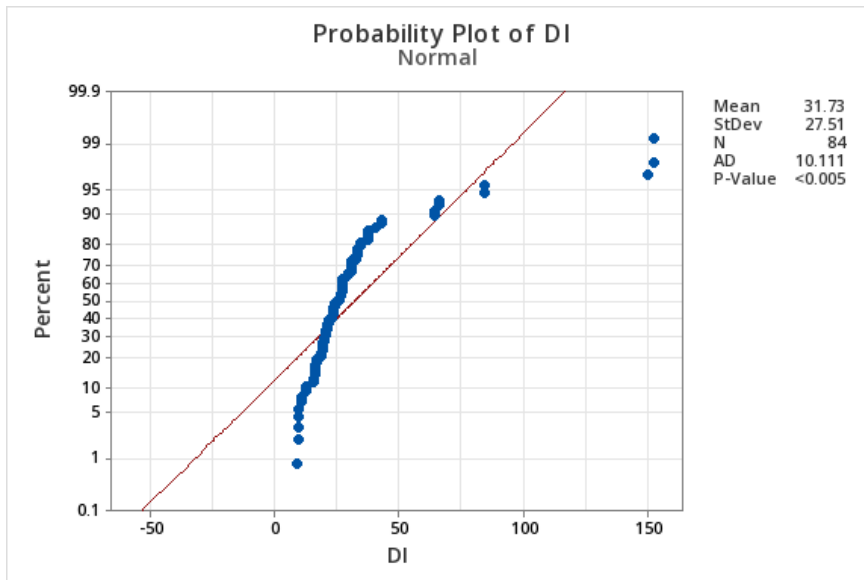


Bijlage 14 Controle eisen hypothesetoets fitten

Voor de normale verdeling is een hypothese opgesteld:

- H₀: De data is normaal verdeeld.
- H_a: De data is niet normaal verdeeld.

Het feit dat de P-waarde onder 0,05 is betekent dat de H₀ verworpen moet worden en de H_a geaccepteerd. Dit betekent dat de data niet normaal verdeeld. Er zitten meerdere uitschieters in de control chart. Dit wijst erop dat het proces niet statistisch beheerst is.

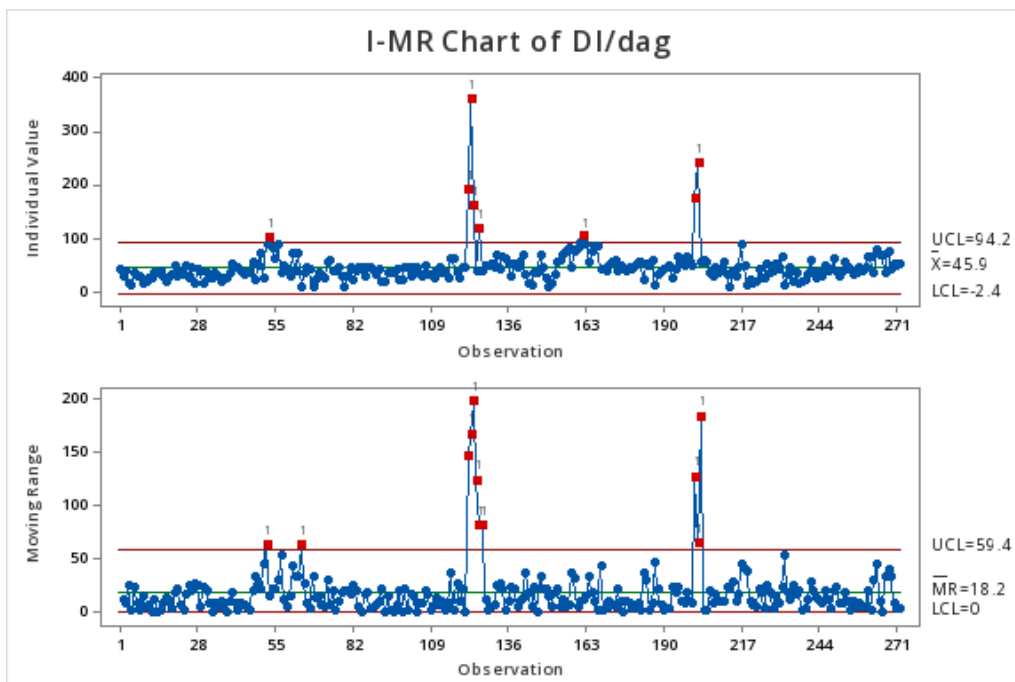
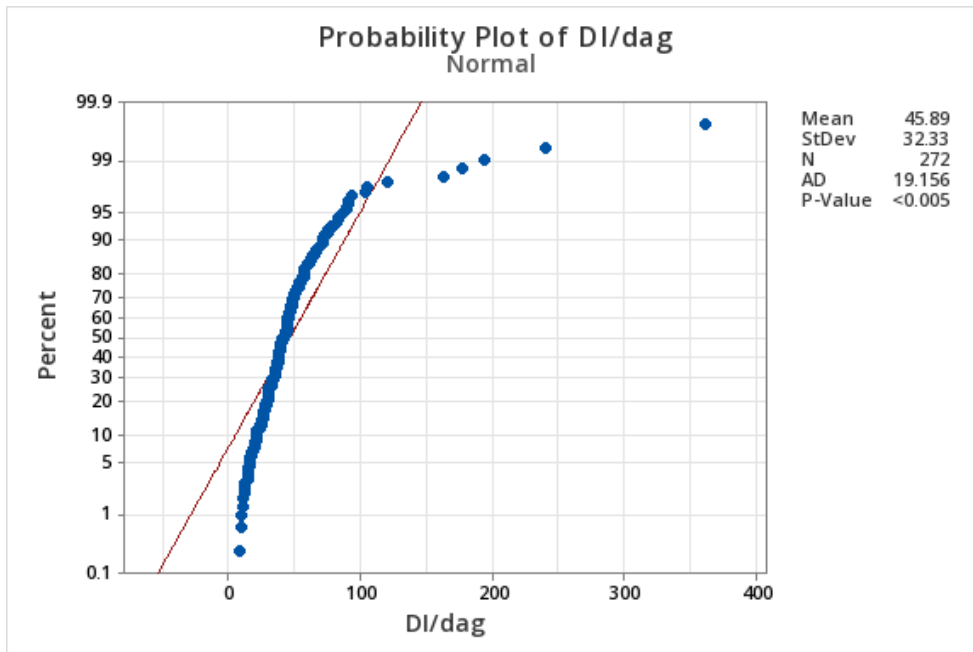


Bijlage 15 Controle eisen hypothesetoets lassen

Voor de normale verdeling is een hypothese opgesteld:

- H0: De data is normaal verdeeld.
- Ha: De data is niet normaal verdeeld.

Het feit dat de P-waarde onder 0,05 is betekent dat de H0 verworpen moet worden en de Ha geaccepteerd. Dit betekent dat de data niet normaal verdeeld. Er zitten meerdere uitschieters in de control chart. Dit wijst erop dat het proces niet statistisch beheerst is.



Bijlage 16 Gegevens gelaste hoeveel per lasser per dag

Statistics

Variable	Lasser	N	N *	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
DI/dag	A	8	0	29.31	3.72	10.52	13.50	18.13	30.00	38.13	42.00
	BM	24	0	48.56	4.76	23.32	19.50	32.50	43.50	59.75	103.50
	BS	27	0	31.06	1.85	9.62	15.00	25.50	30.50	37.00	50.00
	CM	21	0	36.42	3.94	18.07	8.00	26.50	36.00	45.50	72.00
	HS	28	0	35.76	1.61	8.53	20.00	28.69	36.00	44.00	48.00
	HSU	5	0	39.00	4.60	10.30	21.00	30.50	44.00	45.00	46.00
	MN	55	0	63.39	7.08	52.53	10.00	35.00	52.00	74.00	360.00
	MV	28	0	44.84	2.25	11.91	12.00	38.88	46.75	54.00	66.00
	RB	34	0	46.14	2.52	14.70	21.00	36.88	43.00	56.25	80.00
	RF	42	0	46.96	6.30	40.85	10.50	25.88	40.25	52.75	240.00

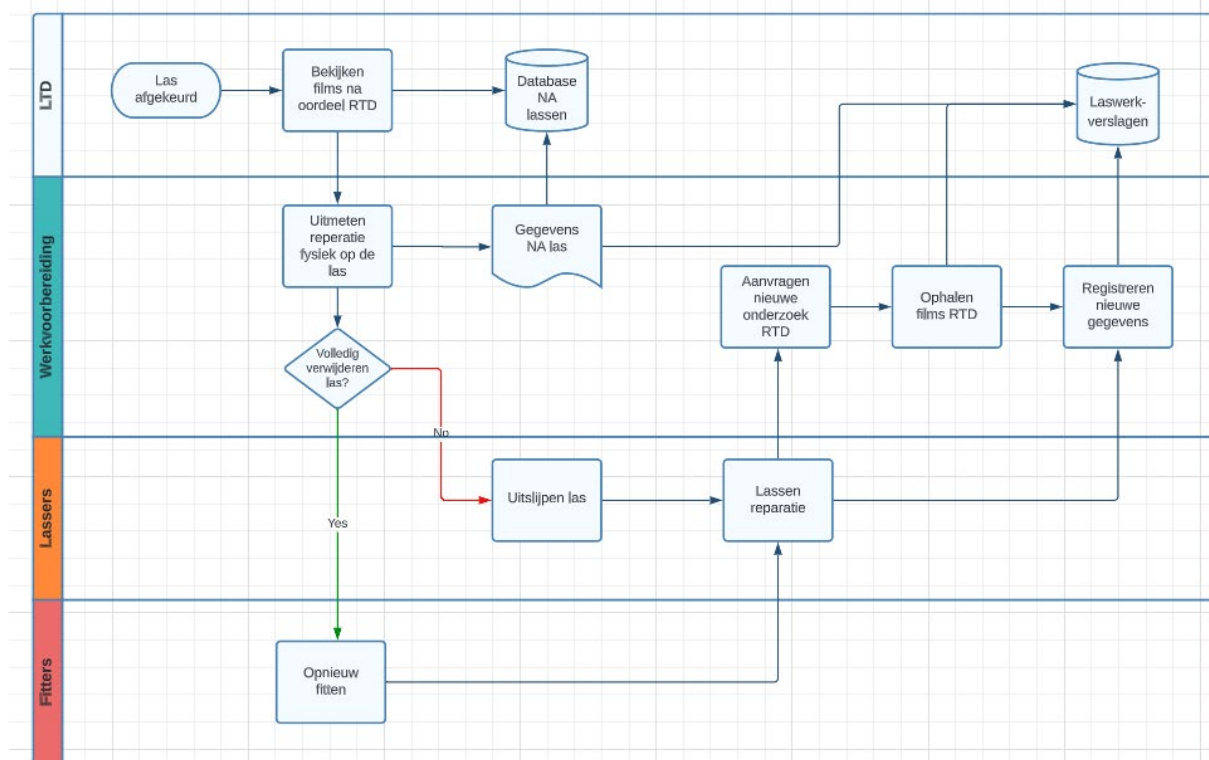
Bijlage 17 Gevolgen NA las

Het herstellen van een las zou leiden tot de volgende stappen:

1. LTD: Films bekijken na oordeel RTD (radiografisch onderzoek). 10 minuten.
2. Werkvoorbereider: Uitmeten reparatie fysiek op de las. 10 minuten.
3. Lasser: Uitslijpen reparatiezone. 20 minuten.
4. Lasser: oplassen reparatie. 20 minuten.
5. Werkvoorbereider: Opnieuw aanvragen las voor onderzoek RTD. 10 minuten.
6. Werkvoorbereider: Ophalen films de volgende dag. 15 minuten
7. Werkvoorbereider: Verwerken rapportage en aanpassen ISO met lasnummer en laswerkverslag aanpassen. 10 minuten.

Minimale tijd besteedt aan het repareren van een las: 95 minuten

Wanneer de hele las verwijderd moet worden zal hier snel een uur bij op komen voor het fitten.



Bijlage 18 Identificatie rootcauses

Las hal

1. Waarom hebben de hallen invloed op de verwerkte hoeveelheden?
 - a. Omdat het materieel verschillend is.
2. Waarom zorgt het materieel ervoor dat er verschil zit in de verwerkte hoeveelheden?
 - a. Omdat er een verschil zit in de beschikbaarheid van de manipulators
3. Waarom zit er een verschil in de beschikbaarheid van manipulators?
 - a. Omdat de kwaliteit van de manipulators verschilt
4. Waarom leidt dit kwaliteitsverschil tot verschillende verwerkte hoeveelheden?
 - a. Omdat sommige manipulators niet meer bruikbaar zijn
5. Waarom zijn sommige machines niet bruikbaar?
 - a. Omdat de software en hardware niet meer goed is.
6. Waarom is de software en hardware niet meer goed?
 - a. Omdat deze machines aan verouderd zijn

Rootcause: verouderde manipulators in hal 1 & 2.

Extra toelichting: de manipulators die in hal 1 & 2 staan zijn zeer verouderd. Deze gaan richting een leeftijd van 50 jaar oud. Dit maakt dat de manipulators niet goed bruikbaar meer zijn, en vooral die in hal 2 is compleet af. De snelheid kan niet meer bepaald worden waardoor de kans op fouten groot is. En ook hebben ze vaak storingen waardoor er alsnog een positielas gemaakt moet worden. Dit maakt dat er lassen als positielas gemaakt worden terwijl dit ook op een manipulator gemaakt kan worden.

Er is informatie opgevraagd bij de afdeling calculatie om een schatting te kunnen maken in het verlies van productiviteit. Deze hebben gekeken naar het verschil in snelheid tussen het maken van een positielas en een las op een manipulator. Deze gegevens zijn gebaseerd op de huidige normen van V&SH waarmee gecalculeerd is. Er vindt hier een verlies plaats van ongeveer 20%. Onderstaand een overzicht waarop dit verlies in productiviteit bepaald is.

Omvang	Norm positielas (in uren)	Norm manipulator las (in uren)
2"	0,48	0,38
3"	0,66	0,53
4"	0,78	0,62
6"	1,08	0,86
8"	1,32	1,06
10"	1,62	1,30

Lasser

1. Waarom is de lasser van invloed op de verwerkte hoeveelheden?
 - a. Omdat niet alle lassers evenveel ervaring en vaardigheden hebben
2. Waarom hebben niet alle lassers evenveel ervaring en vaardigheden?
 - a. Omdat niet alle lassers even lang in dienst zijn
3. Waarom zijn niet alle lassers even lang in dienst?
 - a. Sommige lassers zijn vast in dienst en anderen zijn tijdelijk in dienst.
4. Waarom zijn sommige vast in dienst en anderen niet?
 - a. Omdat de hoeveelheid werk niet constant is
5. Waarom is de hoeveelheid werk niet constant?
 - a. Omdat de organisatie wacht op werk

6. Waarom wacht de organisatie op werk?
 - a. Omdat deze niet bezig is met het verdelen van de werkdruk is
7. Waarom is deze niet bezig met het verdelen van de vraag?
 - a. Omdat hier geen methoden voor zijn

Kernoorzaak: geen methode voor het verdelen van de vraag

Extra toelichting: De organisatie moet regelmatig tijdelijke krachten inhuren. Hierbij kan niet geselecteerd worden op kwaliteiten en snelheid. Dit maakt dat er een verschil ontstaat tussen deze tijdelijke medewerkers en het vaste personeel. Dat er tijdelijke krachten gehuurd moeten worden is te danken aan het feit dat de hoeveelheid werk niet constant is. Dit komt omdat de organisatie tot recent niet bezig was met het uitvlakken van de werkzaamheden. Er waren hier namelijk geen methoden voor waardoor het wachten op de opdrachten was. Nu hoorde ik via Klaas dat de organisatie recent is gestart met het maken van een methode voor het uitvlakken van de werkzaamheden. Hierom krijgt deze rootcause een lage prioriteit voor nu, het wordt in een ander traject al verder onderzocht en uitgewerkt.

Lasfouten

Na het analyseren van de data is voor verdere identificatie van de rootcause een bezoek gebracht aan de LTD. Dit zijn de mensen die zicht houden op de kwaliteit van de lasprocessen binnen de organisatie. Zij registreren alle gemaakte fouten en doen indien nodig naar oorzaken van deze fouten. Zij gaven aan dat de fouten te wijten zijn aan een verouderde lasmachine. Deze machine kon niet voldoende kwaliteit meer leveren tijdens het lassen waardoor de lassen regelmatig afgekeurd werden. Ook bleek hier dat deze machine recent vervangen is en dus zouden de fouten afgenomen moeten zijn. Hiervoor is bij de LTD data opgevraagd betreffende dit proces. Er bleken 0 fouten gemaakt te zijn in 69 lassen dit jaar. Hiermee kan met zekerheid gezegd worden dat deze invloedsfactor ondertussen verholpen is. Deze rootcause die voor een derde van de lasfouten zorgde zal dus verder ook achterwege gelaten worden in de improve fase.

Op basis van de data van vorig jaar zouden de lasfouten nu nog ongeveer tot iets meer dan 3 uur aan fouten zorgen. Dit is ongeveer 1,46% van alle lassen, dat percentage is zeer goed voor een lasbedrijf zoals V&SH.

Verspilling documentatie

1. Waarom vindt er verspilling plaats in de documentatie?
 - a. Omdat de documenten met de hand overgenomen moeten worden?
2. Waarom moeten documenten met de hand overgenomen worden?
 - a. Omdat dit op papier geregistreerd worden?
3. Waarom wordt dit op papier geregistreerd?
 - a. Omdat er geen mogelijkheid is tot digitaal registreren buiten het kantoor
4. Waarom is er geen mogelijkheid tot registreren buiten het kantoor?
 - a. Omdat dit nog niet gedigitaliseerd is.

Rootcause: gebrek aan digitalisering documentatie

Ontbreken materiaal

1. Waarom leidt het ontbreken van materiaal tot lange doorlooptijden?
 - a. Omdat er materiaal nageleverd moet worden.
2. Waarom moet er nalevering plaats vinden?
 - a. Omdat de klant (leverancier) het materiaal niet compleet levert.

3. Waarom levert de klant het materiaal niet compleet?
 - a. Omdat V&SH de klant niet wijst op de gemaakte afspraken
4. Waarom wijst V&SH de klant niet op de gemaakte afspraken?
 - a. Omdat er onvoldoende aantoonbaarheid is van de gevolgen van het ontbreken van materiaal.
5. Waarom is er onvoldoende aantoonbaarheid van de gevolgen van het ontbreken van materiaal?
 - a. Omdat deze gegevens niet geregistreerd worden.
6. Waarom wordt dit niet geregistreerd?
 - a. Omdat hier geen standaard werkwijze voor is.

Rootcause: Er is geen standaard werkwijze voor het registreren van de gevolgen van ontbreken van materiaal.

Bijlage 19 stappen van Kotter

1 Gevoel van urgentie creëren

Bij het creëren van urgentie is het van belang om de focus te leggen op zien en voelen, niet op de analyseer en denk methode. Wanneer je aankomt bij een medewerker dat een handeling 10 minuten te lang duurt zal deze mogelijk het nut van de verandering waarschijnlijk wel inzien worden maar ontbreekt de noodzaak nog en zullen zij zich niet geroepen voelen om iets te veranderen. Het is daarom van belang om de voordelen van verandering (of nadelen van uitblijving van verandering) te laten voelen. Tijdens het eerdere doorvoeren van veranderingen is dit binnen de organisatie al duidelijk geworden. Tijdens bijvoorbeeld het recente invoeren van de nieuwe lasmachines werd niet alleen gestuurd op het feit dat sneller gelast kan worden. Ook werd hier een overzicht van de hallen gemaakt met hierin zaken als: lasmachine niet geschikt voor keurwerk (slechte kwaliteit), lasmachine extreem storingsgevoelig, lasmachine onbruikbaar door verouderde software en las manipulator stoort. Dit herkennen medewerkers en samen met het snellere proces werden zij enthousiast over de nieuwe machines.

2 Een leidend team vormen

Het leidend team vormen zal geen probleem zijn. Er zal gebruik gemaakt worden van de mensen die voldoende invloed en bevoegdheid hebben. Hiervoor zal in eerste instantie gebruik gemaakt worden van Vincent en Edwoud. Hierbij is Vincent is belangrijk voor de koppeling naar de werkvloer. Samen zal bepaald worden wat een goede strategie is om zaken uit te voeren. Edwoud zal de koppeling zijn naar het hoger management en is belangrijk om veranderingen daadwerkelijk door te voeren. Verder is het belangrijk om de juiste mensen te betrekken. Zo worden bijvoorbeeld de voormannen betrokken, dit zijn mensen die samenwerken met het team en hierbij het werk coördineren.

3 Een juiste visie & strategie ontwikkelen

De juiste visie & strategie zijn gedurende het project ontwikkeld. Mensen begrijpen aanleiding van het project en staan hierachter. Verder is een beeld gecreëerd waarin het werk makkelijker gemaakt wordt voor de medewerkers. Daarbij is in de strategie uitgewerkt op welke manier de visie werkelijkheid wordt. Dit is terug te vinden in het onder andere het implementatieplan en het creëren van draagvlak.

4 Visie communiceren & veiligheid creëren

Er zal intern een presentatie gegeven waarin verbeteradviezen gepresenteerd worden, deze staat gepland op 27 juni 2023. Dit is enige tijd na het inleveren van het rapport zodat eventuele feedback/verbeteringen nog verwerkt kunnen worden. Daarbij is dit één van de eerste momenten dat alle betrokkenen beschikbaar zijn. Hier zullen de veranderingen die doorgevoerd worden besproken worden, en ook wordt besproken wat er tot dan toe gedaan is. Medewerkers krijgen hier de ruimte om te reageren op zaken waar zij onzeker of tevreden over zijn.

5 Medewerkers in staat stellen te veranderen, zorgen voor draagvlak

Het creëren van draagvlak bestaat uit vier vlakken: obstakels verwijderen, systemen/structuren veranderen die de visie ondermijnen, medewerkers trainen en het nemen van risico's aanmoedigen. Het verwijderen van obstakels zal gedaan worden in samenspraak met het team. Hierbij wordt gekeken naar een zo makkelijk mogelijke implementatie van verbeteringen. Daarbij worden ook meteen de systemen en structuren zo aangepast dat deze bij de visie passen. Medewerkers zullen indien nodig een training krijgen. Dan wordt het nemen van risico's aangemoedigd door medewerkers de ruimte te geven voor initiatief, wat kan er bijvoorbeeld beter/anders op de tablets. Dit zal weer aangemoedigd worden door leidinggevenden. Er zal ook regelmatig om feedback gevraagd worden, en de nieuwe prestaties zullen gemonitord worden.

6 Korte termijn successen creëren en vieren

Dan is het belangrijk om de verbetering die doorgevoerd zijn ook zichtbaar te maken. Dit laat zien dat het doorvoeren van de veranderingen het waard is. De mensen die verantwoordelijk zijn geweest krijgen hierbij hun erkenning. De manipulator zal zelf al voor succes zorgen. Mensen kunnen namelijk gebruik maken van een goed werkende manipulator in plaats van oude storende. Het gebruik van tablets leidt ertoe dat de werkvoorbereiding meer tijd krijgt voor andere zaken, zij zullen dit terugkoppelen naar de andere medewerkers. Het beter registreren van gevolgen zal terugkomen in het feit dat de resultaten van de prefab beter worden. Er hoeft minder vaak materiaal in ontvangst genomen te worden en processen kunnen in één keer verwerkt worden.

7 Niet verslappen maar doorzetten

Dan zal ook gekeken worden naar de toekomst. Voor de huidige verbeteringen wordt gekeken hoe dit gekoppeld kan worden aan verdere voortgang in de toekomst. En ook zal er in de reflectie fase een overzicht gegeven worden van mogelijke vervolgonderzoeken waar de organisatie mee aan de gang kan. Ook is gebleken dat de organisatie zelf al bezig is met een aantal verbetertrajecten die in lijn liggen met dit onderzoek.

8 Borgen

Het borgen van alle uitgevoerde acties zal gebeuren in de control fase van dit project. Dit zal het zesde hoofdstuk zijn.

Bijlage 20 Order tablets

Bedankt voor je bestelling met [ordernummer 72620360](#) en jouw referentie IO0323003040.

Zodra je bestelling verzonden is, krijg je een verzendbevestiging. Je factuur wordt nagestuurd.

Je bezorgdag

dinsdag 6 juni 2023

- ✓ De Track & Trace-link vind je in de verzendbevestiging.

► [Bekijk je bestelling](#)

Je bezorggegevens

Visser&Smit Hanab Installatie B.V.
Transportweg 2
9645 KX Veendam

► Klopt er iets niet? [Laat het direct weten](#)



Bestelling annuleren of aanpassen

Dat kan alleen als we je bestelling nog niet verstuurd hebben. Neem daarom zo snel mogelijk contact op met je accountmanager. Bel naar 010 - 798 89 69.

Je bestelling met ordernummer 72620360



2x [Samsung Galaxy Tab S8 Plus 128GB Wifi Grijs + Acc. Pakket](#)

€ 2.158,00

Bijlage 21 Concept investeringsvoorstel

Investering: Aanschaf nieuwe manipulator

Reden voor investering: Huidige manipulator is dusdanig verouderd dat deze niet meer goed werkt. Dit leidt tot 20% aan verlies in productiviteit.

Voordelen en terugverdientijd

1. Besparing in las uren:

Aantal lassen bij normale bezetting: 1775

Las uren bij normale bezetting zonder manipulator: 1437

Las uren bij gebruik van manipulator: 1149.60

Uren bespaard per jaar met manipulator: 287.40

2. Kostenbesparing per uur:

Gemiddelde kosten per lasser: €71.20

3. Terugverdientijd:

Terugverdientijd bij normale bezetting: 42 weken

Terugverdientijd bij huidige bezettingsgraad (50% van normale bezetting): 82 weken

4. Gemiddelde besparing per project:

Kosten per uur (incl. verbruikt materiaal): €71.20

Gemiddelde besparing per project (19.16 uur): €1,361.79

Voorstel

Op basis van de bovenstaande gegevens is het investeringsvoorstel als volgt:

1. Investering: Aanschaf nieuwe manipulator

Kosten nieuwe manipulator: €15,804.26

2. Voordelen:

Uren bespaard per jaar met manipulator: 287.40

Kostenbesparing per uur: €71.20

3. Terugverdientijd:

Terugverdientijd bij normale bezetting: 42 weken


Terugverdientijd bij huidige bezettingsgraad (50% van normale bezetting): 82 weken

4. Gemiddelde besparing per project:

Gemiddelde besparing per project (19.16 uur): €1,361.79

Op basis van de berekeningen zou de investering in de nieuwe manipulator zichzelf terugverdienen na 42 weken bij normale bezetting. Bij de huidige bezettingsgraad zou de terugverdientijd 82 weken bedragen. Daarnaast zou er per project een gemiddelde besparing van €1,361.79 worden gerealiseerd.

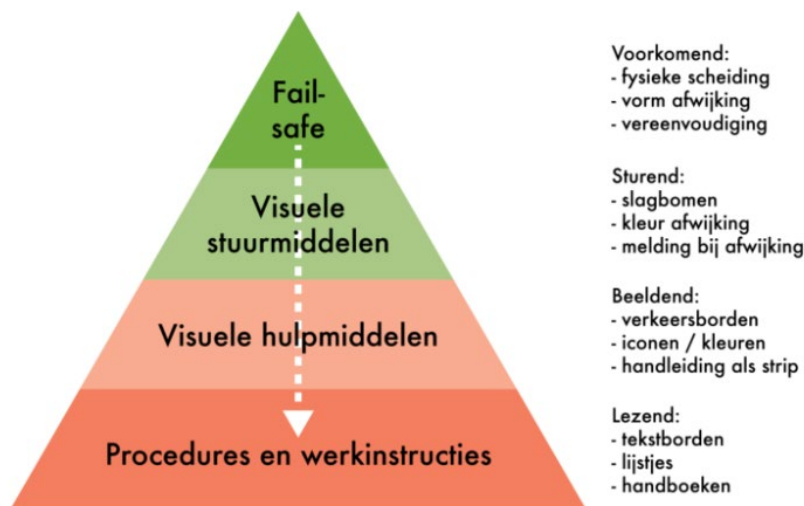
Bijlage 22 Meerwerk document materiaal niet compleet geleverd

 Visser & Smit Hanab brengt energie		Project: Gasunie verv. schema Nunspeet S-1100 Klant: GASUNIE Werknr.: SO0322000839	
Meerwerk	Volgnr.: 002	Revisie: 0 Datum: 02-06-2023	
ONDERWERP / ONDERDEEL: Stafkosten			
OMSCHRIJVING VOORGESTELDE WIJZIGING :			
Meerwerk wijziging Schema S-1100			
Revisie 0 tekeningen waren uitgevoerd als getrimde pijp tot 20° & 7° graden			
Revisie 1 zijn fabrieksbochten toegepast.			
Revisie 0 was al fit gereed, door revisie moet er opnieuw gesneden worden en fitgereed maken.			
BIJLAGEN / TEKENINGEN: LI-004 & LI-005			
Opgesteld door:	<input checked="" type="radio"/> Visser & Smit Hanab <input type="radio"/> Opdrachtgever <input type="radio"/> Onderaannemer:	Getekend Opsteller: datum: 02-jun-2023	
CONSEQUENTIES VOOR PLANNING / CONTRACTPRIJS		CONTRACTUELE AFHANDELING	
Opgesteld door:	<input checked="" type="radio"/> Visser & Smit Hanab <input type="radio"/> Opdrachtgever <input type="radio"/> Onderaannemer:	<input type="radio"/> Accoord voor uitvoering <input type="radio"/> Opdracht tot bestekwijziging volgt <input type="radio"/> Meer- / Minderwerk starten <input type="radio"/> Tekeningen wijzigen <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
Gevolgen voor planning:	X ja O nee		
Gevolgen voor contractprijs:	X ja O nee		
Ingediende meerprijs	1.099,39	Opmerkingen:	
Bijlage(n):		Bijlage(n):	
Getekend Opsteller:	Gezien Visser & Smit Hanab:	Getekend Opdrachtgever:	Getekend Visser & Smit Hanab:
datum:	datum:	datum:	datum:

Bijlage 23 Extra toelichting theorie borging

Borgingspiramide

De borgingspiramide geeft vier methoden om te zorgen dat er voortaan op de nieuwe manier gewerkt wordt. In principe wordt bovenaan in de piramide gestart met het borgen van een methode, wanneer dit niet mogelijk is wordt gekeken naar stap 2. Is stap 2 niet mogelijk dan stap 3, enzovoorts. In onderstaand figuur is de borgingspiramide weergegeven, in bijlage X is een extra toelichting bij de stappen te vinden (*Jidoka, kwaliteit inbouwen in het proces - Your Lean Guide, 2020*).



Figuur 17 Borgingspiramide

Stap één is de fail-safe. Deze fail-safe staat binnen Lean Six sigma ook wel bekend als Poka Yoke. Je probeert hier te voorkomen dat de kans op een fout bestaat. Dit kan bijvoorbeeld door een fysieke afscheiding of het verplicht invullen moeten van gegevens.

Stap twee zijn de visuele stuurmiddelen. Bij afwijking wordt er een signaal gegeven. Deze signalen kunnen afhankelijk van het proces zeer variëren. Het kan een waarschuwing zijn op een computerscherm wanneer een document niet volledig is ingevuld. Maar ook kan het zijn dat er lampen gaan flitsen en een alarm dat afgaat. Bij deze vorm heerst het risico dat wanneer vaak loos een signaal wordt gegeven medewerkers niet meer goed gaan controleren wat er fout, waardoor nog fouten gemaakt worden.

Stap drie zijn de visuele hulpmiddelen. Deze bevinden zich in de huidige situatie van V&SH al zeer veel. Dit kunnen bijvoorbeeld borden zijn, of lijnen die iets afzetten. Binnen V&SH zijn veel van deze middelen aanwezig in verband met de veiligheid. Bijvoorbeeld het verplicht dragen van beschermingsmiddelen in de productiehallen.

Tot slot zijn er de procedures en werkinstructies. Dit is de zwakste borgingsmaatregel. De kans dat mensen dit lezen en/of onthouden is klein. De meeste werkinstructies hebben medewerkers niet binnen handbereik en dus zouden ze dat met nog een extra instructie ook niet bij de hand hebben. Indien je toch bij deze vorm uitkomt gebruik dan visuele werkinstructies met foto's of plaatjes op.

RACI-matrix

In de RACI-matrix worden rollen en verantwoordelijkheden voor een project/proces weergegeven. Hier staan in:

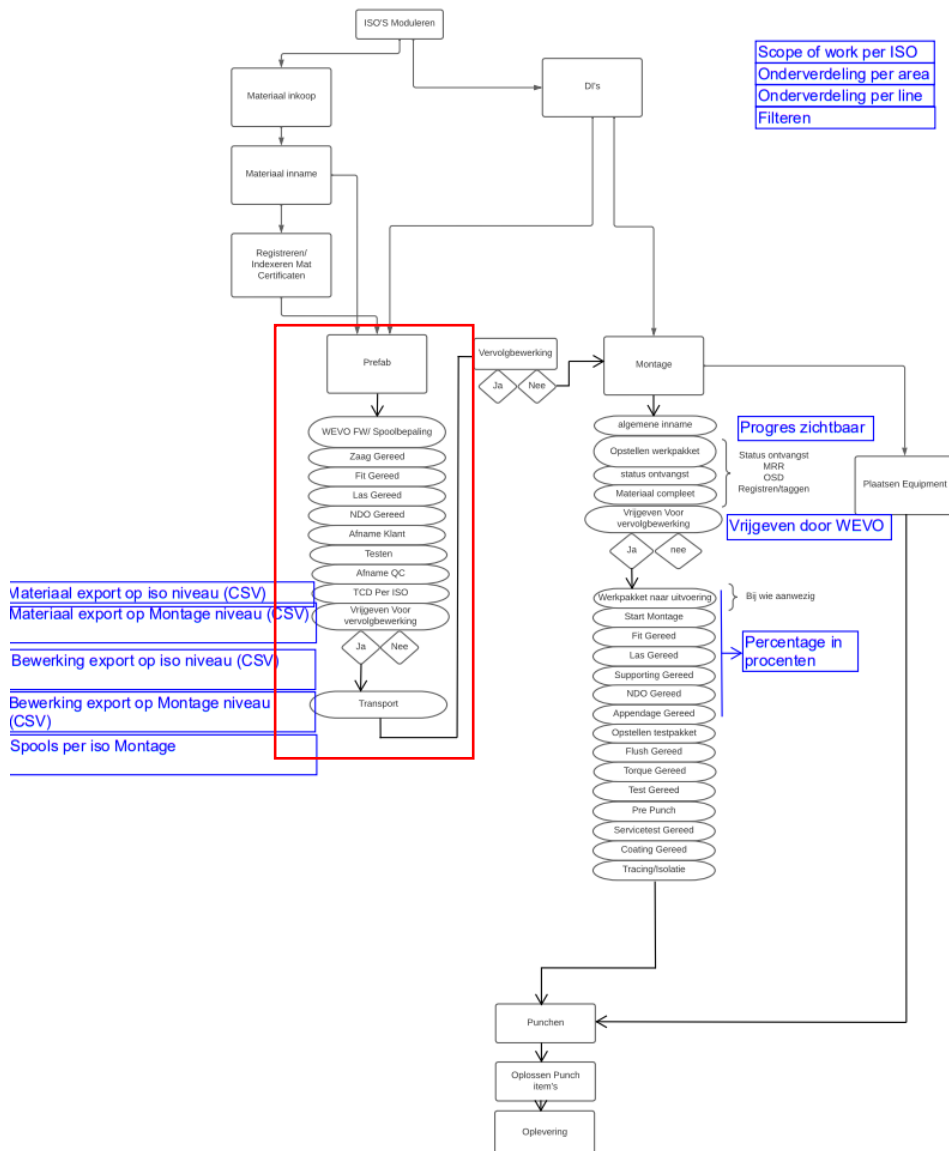
Responsible: degene die verantwoordelijk is voor het uitvoeren van de betreffende taak. Deze persoon legt verantwoording af bij de A.

Accountable: dit is de eindverantwoordelijke. Aan deze persoon wordt ook verantwoording afgelegd door de anderen. In veel gevallen zal dit in een leidinggevende zijn.

Consulted: deze persoon geeft vooraf advies. Naast advies helpt deze persoon ook mee in de uitvoering.

Informed: deze persoon wordt op de hoogte gehouden van bijvoorbeeld de voortgang, veranderingen en resultaten. Dit is voornamelijk eenrichtingsverkeer.

Bijlage 24 Concept flowchart Kanban



Bijlage 25 Flowchart out of control situatie doorlooptijd

