

Het verminderen van afkeur in het productieproces van Accell Western Europe



Accell Western Europe
Industrieweg 6, Heerenveen

Hanze Hogeschool Groningen
Bedrijfskunde, Afstudeerscriptie – Onderzoeksvoorstel

Opgesteld door Jacob Dijkstra

16-6-2023

Afstudeerstage Lean Six Sigma Black belt Traject
Het verminderen van afkeur in het productieproces van Accell Western Europe

Accell Western Europe
Heerenveen

Jacob Dijkstra
j.c.j.dijkstra@st.hanze.nl
j.dijkstra@accell.nl

Hanze Hogeschool Groningen
Bedrijfskunde

Bedrijfsmentor: M. Hatt
Projectbegeleider: F. van Wonderen
LSS Coach: Erik Soepenbergh en Andre Stoeperker
Stagedocent: Erik Soepenbergh

Voorwoord

Als afronding van mijn opleiding bedrijfskunde heb ik een afstudeerscriptie opgesteld in de vorm van een Lean Six Sigma traject. Dit is een geheel andere vorm als het normale traject dat wordt doorlopen door afstudeerstudenten van de studie bedrijfskunde. Ik heb voor dit afstudeertraject gekozen door mijn interesse in productieprocessen.

Ik ben zodoende opzoek gegaan naar een organisatie die kampt met een Lean Six Sigma Black Belt probleem. In de zoektocht kwam ik uit bij de organisatie Accell Western Europe in Heerenveen. Na een aantal gesprekken werd duidelijk dat ik de opdracht voor de organisatie kon vervullen.

Bij deze wil ik mijn begeleiders en betrokken alvast bedanken voor hun ondersteuning en begeleiding tijdens mijn afstudeerstage. Daarnaast wil ik mijn afstudeerbegeleider bedanken voor de begeleiding en feedback van dit verslag.

Tot slot wil ik de organisatie bedanken voor de stageplek en mijn projectteam voor de geïnvesteerde tijd en informatie die zij mij kunnen verschaffen.

Jacob Dijkstra

Heerenveen,

Management samenvatting

Het aantal afkeur op het produceren van gelakte frames van Accell Western Europe voldoet niet aan het bedrijfsniveau van 5%. Het aantal lakschades bij de kleurlijn was in december 5,47%. Lakschades ontstaan tijdens het produceren van de gelakte frames in het productieproces en worden gevonden bij het controlepunt na de kleurlijn. Het onderzoek heeft als doel het aantal afkeur bij de kleurlijn terug te brengen naar 5% om te voldoen aan de gestelde eis. De doelstelling luid daarom als volgt: "Het aantal afkeur bij de kleurlijn moet worden teruggebracht van 5,47% naar 5% in de looptijd van 5 september tot 10 februari.

Om het probleem aan te pakken is een trechteronderzoek opgezet om de voornaamste reden van lakschade te onderzoeken. Dit is gedaan aan de hand van het kwaliteitssysteem van de organisatie bij de kleurlijn waar controleurs de schades identificeren en controleren. Op basis van de cijfers van het kwaliteitssysteem is een Pareto analyse gebruikt om te concluderen dat deuken verantwoordelijk zijn voor 60,3% van alle schades. Door gezamenlijk met het projectteam deuken te identificeren als de meest voorkomende reden van afkeur is ervoor gekozen om het proces voor de kleurlijn onder de loep te nemen in de zoektocht naar het ontstaan van deuken.

Het ontstaan van deuken in het proces is vastgesteld door de frames te volgen door het proces en de schades te tellen bij iedere processtap. Dit heeft ertoe geleid dat overzichtelijk kon worden gekeken waar de schades ontstaan voor het controlepunt bij de kleurlijn. Hiermee kon de belangrijkste rootcause worden geïdentificeerd met een Pareto-analyse. Dit waren de volgende twee rootcauses:

Rootcause 1: Het terugzetten van de frames op de transportkar draagt het meest bij aan de hoeveelheid deuken in het proces

Rootcause 2: Het processtap voorbereiding draagt het meest bij aan het aantal deuken in de frames

In de improve fase zijn de problemen aangepakt door middel van een tests om de invloed van veranderingen in het aantal deuken in het proces aan te duiden. Voor rootcause 1 is een test opgezet met minder frames op een kar. Als gevolg hiervan ontstonden er minder deuken in het proces voor de kleurlijn. Voor rootcause 2 is gekozen om de frames te zandstralen, dit heeft ervoor gezorgd dat de processtap voorbereiding niet nodig was voor de frames. Dit heeft tot een beter resultaat geleid als de implementatie voor rootcause 1.

De implementaties zijn niet volledig uitgerold in het project. In het vervolg van het aanpakken van het aantal deuken in het productieproces is de kwaliteitscontroleur verantwoordelijk. De kwaliteitscontroleur is verantwoordelijk voor het implementeren van een pilot-demo strategie. Die naarmate van tijd verder wordt uitgebreid en geanalyseerd op basis van de data in het kwaliteitssysteem. Het analyseren van de data wordt gedaan door de kwaliteitscontroleur. De kwaliteitscontroleur handelt op de data op basis van een beslissingsboom. Waarin hij ook kan handelen op out of control situaties door middel van een gemba walk, dagstart of evaluatiegesprek met de betrokkenen van het proces.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	7
1.1 Wat is Lean Six Sigma.....	7
1.2 DMAIC.....	7
2. Define-fase	8
2.1 Organisatieomschrijving.....	8
2.2 Contextomschrijving	9
2.3 Project charter	12
2.3 Business case	14
2.4 Kosten en batenanalyse	15
2.5 Probleemomschrijving.....	17
2.6 Doelstelling	19
2.7 Projectteam en projectplanning	20
2.8 SIPOC.....	22
2.10 CTQ-flow down	23
2.11 Haalbaarheidsonderzoek.....	25
2.12. Afsluiting hoofdstuk	27
3. Measure fase	28
3.1 Theoretisch kader	28
3.1.1 Wat is een productiedefect?	28
3.1.2 Identificeren van defecten in de productie.....	29
3.1.3 Tussenconclusie.....	29
3.1.4 Visgraat diagram	30
3.2 Meetbare indicatoren.....	31
3.2.1 Toelichting X-en.....	32
3.3 Conceptueel model.....	34
3.6 Gegevensverzameling	37
3.6.2 Steekproef trechteronderzoek	39
3.7 Analysemethode.....	40
3.8 Betrouwbaarheid en validiteit.....	41
3.9 DPMO en Sigma level.....	42
3.10 Afsluiting fase.....	43
3.11 Tollgate	43
4. Analyse fase	44
4.1 Control chart proces	44
4.2 Pareto-analyse	47
4.2.1 Conclusie Pareto Chart	48
4.3 Analyse sub-Y.....	48
4.4 Tweede steekproef	50

4.5 Analyse potentiële X'en	51
4.5.2 Potentiële X: Schade(s) na het oprekken van de frames op de transportkar	52
4.5 VSM	54
4.6 Conclusie analyse X'en	55
4.6.1 Kernoorzaken	56
4.7 Afsluiting analyse fase	57
4.8 Tollgate	58
5.Improvement fase	59
5.1 Oplossingsrichtingen	59
5.2 Oplossingen	61
5.2.1. Rootcause 1:	61
5.2.2 Rootcause 2:	64
5.3.1 Implementatieplan rootcause 1	66
5.3.2 Implementatieplan rootcause 2	67
5.4 Uitgevoerde oplossingen	67
5.4.2 Test met gezandstraalde frames	69
5.5 Impact berekening	70
5.6 Urgentiebesef en draagvlak	71
5.8 Future value state map	72
5.9 Afsluitende paragraaf	73
5.10 Tollgate	74
6. Control fase	75
6.1. Procesborging	75
6.1.1 Gedragsverandering	75
6.1.2 Go to the Gemba	76
6.1.2 Dagstart	76
6.1.3 Evaluatieoverleg	77
6.2 Monitoren van het proces	78
6.2.1 Out of control situaties	78
6.3 Uitrollen van pilot	80
6.3.1 RACI model voor een pilot	80
6.4 Financieel resultaat	81
6.4.2 Toekomstige projectkosten	82
6.4 Afsluiting van het project	83
6.5 Tollgate	83
7.Reflectie	84
7.1 Potentiële kritieken	84
7.2 Aandachtpunten voor in de toekomst	85
Bijlage(es)	86

1. Inleiding

Het onderzoek richt zich op het verminderen van afkeur in het ruw en lakproces, het onderzoek is uitgevoerd bij Accell Western Europe op de afdeling QHSE (Organogram, Bijlage 1). Het is uitgevoerd ter afsluiting van de opleiding Bedrijfskunde aan de Hanze Hogeschool in Groningen. Het onderzoek betreft een Lean Six Sigma Black Belt traject. In de inleiding wordt deze methodiek verder beschreven om een compleet weergave te schetsen van de afstudeervorm. Deze wijkt namelijk af van de reguliere vorm die wordt gehanteerd door de opleiding.

De inleiding is opgebouwd uit een beschrijving van de methodiek en een leeswijzer waarin de opbouw van de scriptie in wordt beschreven.

1.1 Wat is Lean Six Sigma

Lean Six Sigma is een geïntegreerde methodologie die bedrijven helpt om hun processen te verbeteren door het identificeren en elimineren van verspilling en het verminderen van variatie. Dit wordt gedaan door middel van data-gedreven besluitvorming en het toepassen van specifieke tools en technieken. De methodologie combineert elementen van twee bekende methodologieën: "Lean", afkomstig uit het Japanse "Toyota Production System", dat zich richt op het verbeteren van de efficiëntie en het elimineren van verspilling, en "Six Sigma", een statistische term die verwijst naar de mate waarin een proces voldoet aan specifieke kwaliteitsnormen.

De Lean Six Sigma methodologie wordt meestal geïmplementeerd door middel van specifieke projecten die gericht zijn op het oplossen van specifieke problemen. Deze projecten worden uitgevoerd door teams van werknemers die specifieke training hebben gekregen in de tools en technieken van Lean Six Sigma. De methodologie kan worden toegepast op een breed scala aan processen, waaronder productie, dienstverlening en transacties.

In essentie is Lean Six Sigma een data-gedreven methodologie die bedrijven helpt om hun processen te verbeteren door het identificeren en elimineren van verspilling en het verminderen van variatie, wat kan leiden tot een verhoging van de kwaliteit en een verlaging van de kosten.

1.2 DMAIC

DMAIC is een stappenplan dat bedrijven helpt om hun processen te verbeteren door middel van een systematische aanpak. Het omvat vijf fasen: Define, Measure, Analyse, Improve en Control. In de eerste fase, Define, bepalen bedrijven het doel en de scope van het project en identificeren ze de belangrijkste stakeholders. In de tweede fase, Measure, verzamelen ze data over het huidige proces en bepalen ze de huidige prestatieniveaus. In de derde fase, Analyse, onderzoeken ze de data om de oorzaken van problemen te identificeren. In de vierde fase, Improve, ontwikkelen en implementeren ze oplossingen voor de geïdentificeerde problemen. In de vijfde en laatste fase, Control, zorgen ze ervoor dat de verbeteringen blijven bestaan door systemen en procedures op te zetten om de nieuwe processen te monitoren en te beheren. In essentie is DMAIC gericht op het methodologisch verbeteren van processen door problemen te identificeren, hun oorzaken te onderzoeken en oplossingen te ontwikkelen en implementeren (Skoledo, sd).

2. Define-fase

De define-fase behandelt het definiëren van het project en is samen met het projectteam uitgevoerd. De fase begint met een context-omschrijving van het stagebedrijf. Daarna volgt een contextomschrijving. Vervolgens wordt de businesscase behandeld. Daaropvolgend komt de probleemstelling, doelstelling, het team en de kosten en baten van het project aan bod. Daarna staat in een SIPOC het proces van de ruwafdeling en de lakkerij beschreven. Tot slot is er een haalbaarheidsstudie en CTQ-flow down gemaakt.

In dit hoofdstuk worden de volgende deelvragen behandeld.

- Wat is het probleem?
- Hoe is het huidige proces gemodelleerd?
- Wie heeft last van het probleem?

Aan het einde van het hoofdstuk worden de deelvragen als afsluiting behandeld.

2.1 Organisatieomschrijving

Accell Group is marktleider in elektrische fietsen. Accell Group is daarnaast ook de op een na grootste in fietsonderdelen en accessoires. In Nederland is de dochteronderneming Accell Western Europe gevestigd met als hoofdkantoor Heerenveen. De naam is onlangs van Accell Benelux naar Western Europe gegaan. Naast Western Europe zijn er nog andere vestigingen in Duitsland, Frankrijk, Hongarije, Turkije en China waar fietsen, onderdelen en accessoires worden geproduceerd en verkocht. Er werken ruim 3000 medewerkers verspreid over 18 landen voor de onderneming.

Accell haar missie is om marktleider te worden/blijven in het midden en hoger segment in fietsen, onderdelen en accessoires in elk land waar zij verkopen. Accell staat daarom voor een gezamenlijk en compleet aanbod dat aansluit op de vraag van de fietser. Bekende merken zijn onder andere Batavus, Sparta en Koga.

De organisatie produceert voornamelijk e-bikes en is daarin de marktleider. De afzetmarkt van Accell Benelux is voornamelijk gefocust op de markten van Nederland, België, Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk. De afgelopen jaren is de vraag in e-bikes sterk toegenomen waardoor de markt sterk is vergroot. Om de stijgende vraag bij te kunnen houden is de capaciteit sterk verhoogd om de marktpositie te kunnen behouden. Hierdoor is de productie zeer snel gestegen in korte tijd.

De CEO van de organisatie is Ton Anbeek. De omzet van de organisatie in 2021 bedroeg ruim 1,377 miljoen euro. In totaal werden er 856.000 fietsen verkocht waarvan 440.000 e-bikes. De producten worden voornamelijk verkocht aan lokale dealers op aanvraag waardoor een PULL-methode wordt gehanteerd.

Bij de productie van fietsen wordt nog gewerkt vanuit een lopende band principe. Er komen veel menselijke handelingen aan te pas om de fiets in elkaar te zetten. In de fabriek wordt daarnaast een breed scala aan type fietsen geproduceerd. Waardoor iedere fiets geheel uniek is, dit maakt het lastig om alle fietsen volledig geautomatiseerd te laten produceren en er worden daarnaast verschillende specifieke eisen gesteld aan elk type fiets (Accell Western Europe, sd).

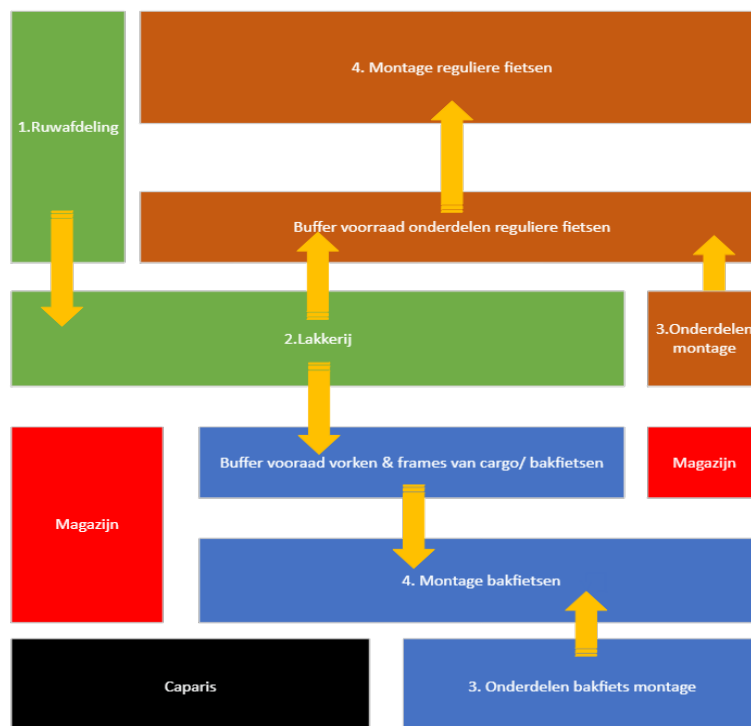
2.2 Contextomschrijving

Het Lean Six Sigma traject richt zich op de locatie Western Europe gevestigd in Heerenveen. De vestiging is opgedeeld in vijf verschillende segmenten (Bijlage 1, Organogram). Het project valt onder het segment plant director/ operations. De plant director/ operations is verantwoordelijk voor het primaire proces van de organisatie; het produceren van fietsen, onderdelen en accessoires. Het onderzoek staat onder leiding van de afdeling QHSE. QHSE staat voor quality, health, safety en environment.

Accell heeft zich de 5 jaar sterk gefocust op het verhogen van de afzet in de markt. Het focus doel komt voort uit een sterk groeiende markt van elektrische fietsen. De organisatie was marktleider op het gebied van fietsen maar verloor dit op een gegeven moment aan de concurrent Gazelle. Als gevolg hiervan werd het focusdoel om marktaandeel terug te winnen door het vergroten van de afzet. Dit heeft tot gevolg gehad dat de organisatie zich ging focussen op het behalen van productiedoelstellingen. Dit ging ten koste van de kwaliteit. Door een QHSE-afdeling op te zetten anderhalf jaar geleden is de organisatie weer op weg hun kwaliteit te verbeteren.

Het primaire proces bestaat uit het produceren van fietsen. Een fiets bestaat uit meerdere onderdelen die samen worden gemonteerd tot een nieuwe fiets. Voordat er een nieuwe fiets is gerealiseerd worden er heel wat stappen doorlopen.

Het productieproces bestaat uit het realiseren van verschillende onderdelen voor de afdeling montage en de afdeling cargo montage waar de onderdelen in elkaar worden gezet. In afbeelding 2.1 is een schematische plattegrond weergegeven van het productieproces met de productiestromen.



Afbeelding 2.1: Schematische plattegrond met stromen van het primaire proces Accell Western Europe

Het primaire proces bestaat uit vier afdelingen. Dit zijn de volgende vier afdelingen:

1. Ruwafdeling: hier worden ruwe producten zoals vorken en frames bijgewerkt tot halffabricaten.
2. Lakkerij: hier worden de ruwe producten; gelakt, gedecoreerd en gepoederd met coating
3. Onderdelen regulier of bakfiets montage: hier worden onderdelen van reguliere fietsen of bakfietsen samengesteld. Denk hierbij aan sturen, wielen en remmen.
4. Montage: hier worden alle halffabricaten van de bovengenoemde afdelingen gemonteerd tot een complete bakfiets of fiets.

Daarnaast zijn er twee magazijnen en een gebouw van Caparis. Bij Caparis worden werkzaamheden verricht voor Accell. De werkzaamheden worden verricht door medewerkers die met een afstand staan tot de arbeidsmarkt staan.

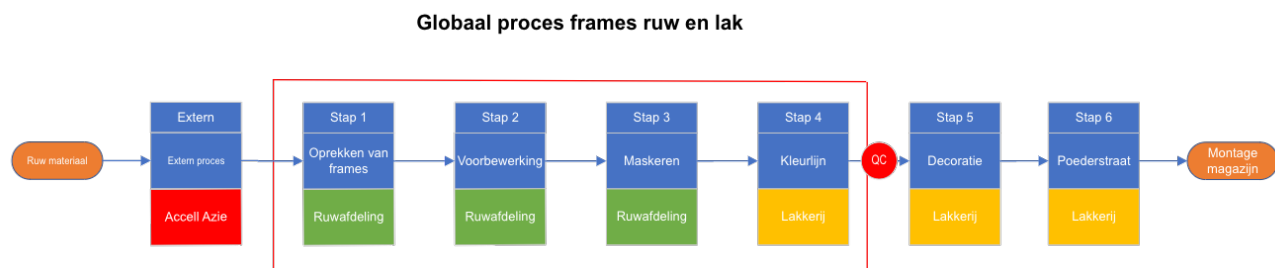
Het project focust zich op het verwerken van reguliere fietsframes naar de montage. Het proces voor het onderzoek is in de afbeelding 2.1 groen gekleurd. Het onderzoek heeft zich afgebakend tot reguliere fietsframes. Er zit een groot verschil tussen reguliere en bakfiets frames op het gebied van normering, aard en omvang. Voor het onderzoek is daarom gekozen om zich eerst te richten op het grootste probleem namelijk de reguliere frames.

De eerste stap in dit proces is de ruwafdeling. Op de ruwafdeling werken ongeveer 60 medewerkers. Bij de ruwafdeling worden de ruwe producten; opgerekt, voorbewerkt/ geschuurd en gemaskeerd. Als dit is afgerond worden de frames ingeroosterd om door de lakkerij te gaan.

In de lakkerij gaan de bewerkte frames door de kleurlijn. De kleurlijn is een lopende lijn die ongeveer 3 uur duurt. De kleurlijn bestaat uit 8 stappen namelijk:

1. Het reinigen van de frames door middel van chemicaliën
2. Het drogen van de frames
3. Het voorspuiten van frames
4. Het lakspuiten van de machine
5. Het dampen van de frames
6. Het voorspuit van frames
7. Het lakspuiten van de machine
8. Het dampen van de frame

Dit is het einde van de scope van het project. Na dit proces worden de gelakte producten afgerekt en gecontroleerd op schades. De resterende stappen decoratie en poeder maken niet deel uit van dit project. Het project is afgebakend bij de kleurlijn om twee redenen, de organisatie wil ten eerste stroomopwaarts beginnen met verbeteringen door te voeren en ten tweede omdat het grootste deel van de fouten zich bevindt voor de decoratie. Op basis van deze informatie en op aandringen van het projectteam is gekozen om het project te richten op de ruwafdeling en de kleurlijn in de lakkerij. In afbeelding 2.2 is het proces van de ruwafdeling en lakkerij globaal. Binnen de rode driehoek bevindt zich de scope van het project. De rode cirkel weergeeft de controlepost waar de schades van de voorgaande stappen visueel worden geïdentificeerd en geregistreerd in het kwaliteitssysteem.



Figuur 2.2: Schematische weergave van het ruw en lakproces

Binnen de scope van het project werken op de ruwafdeling ongeveer 60 medewerkers. Op de lakkerij werken ongeveer 250 medewerkers op basis van twee ploegen. Bij de kleurlijn werken ongeveer 70 medewerkers. In totaal werken in de scope van het project ongeveer 130 medewerkers op operationeel en tactisch niveau.

Een project charter geeft een overzicht van het probleem, doel, de stakeholders en de planning van het project. Het projectcharter in afbeelding 2.3 geeft een weergave van de belangrijkste details voor het project. Het is een effectieve methode voor projectleden om de intentie en doelstelling van het project kenbaar te maken. De project charter is in samenwerking met het projectteam opgesteld om betrokkenheid te creëren voor het project. De project charter is gedurende het project continu bijgehouden op basis van veranderingen.

Business Case	Scope
De afdeling lakkerij kampt met een probleem dat het uitvalpercentage bij de kleurlijn te hoog is. In de steekproef wordt duidelijk dat het niet voldoet aan de 95% FTR die de organisatie hanteert. Het afkeurpercentage van de steekproef geldt als 5.47% Als gevolg haalt de afdeling QHSE haar kwaliteitsdoelstellingen niet en haalt de lakkerij haar productie niet. Het is onduidelijk wat het probleem is en dient daarom verder te worden onderzocht.	Binnen scope: Ruwaafdeling – Kleurlijn lakkerij Buiten scope: Decoratie, poedercoating en montage
Probleem beschrijving	Proces (start en einde)
Het probleem is dat er te veel frames lakschade bevatten. Iedere dag wordt er een groot deel van de frames uit het proces gehaald doordat er beschadiging op de frames zit. Daarnaast komen er ook klachten binnen van dealers die aangeven dat er lakschade is gevonden op de frames. Bij de controleposten aan het eind van de kleurlijn wordt het aantal schades en soort schade gedefinieerd. Het is niet duidelijk waar de schade ontstaat. Het is alleen duidelijk dat er een prestatieprobleem is en leid tot problemen in het vervolg van het proces. Het gevolg is namelijk dat de lakkerij opnieuw de frames moet bewerken dit leidt tot extra kosten en productie.	Begin van het proces: Binnenkomst ruwe frames ruwaafdeling Einde van het proces: einde kleurlijn Zie SIPOC
Doelstelling	Team

	M.Hatt - Kwaliteitsmanager - Champion D. de Haan – Operations manager lakkerij F. van Wonderen – Technische engineer F. Faber – Kwaliteitscontroleur B. Colenbrander - Lakingenieur S. Bozer – Teamleider lakkerij		
	Fase	Tollgate datum	Status
	Define	4-10-22	Finished
	Measure	25-10-22	In proces
	Analyse	22-1-23	-
	Improve	20-12-23	-
	Control	16-2-23	-

Afbeelding 2.3: Project Charter van het verminderen van afkeur bij de kleurlijn

2.3 Business case

De betrokken afdelingen in dit project zijn de ruwafdeling/ lakkerij en de afdeling QHSE. In de ruwafdeling en lakkerij is aandacht ontstaan om het aantal afgekeurde frames te reduceren. Dit komt doordat er de afkeur cijfers van de afgelopen maand december boven de limiet liggen. Meer afkeur betekent voor de lakkerij dat hun productie van gelakte frames naar hun het vervolg van het lakproces minder is. Daarnaast zijn beide de afdeling geïnteresseerd naar de cijfers van het probleem om de kwaliteit van de frames te verbeteren door middel van acties.

Het project is daarom in samenwerking opgesteld om de kwaliteit van de frames te verbeteren zodat er herbewerkingskosten kunnen worden bespaard voor de afdeling QHSE en voor de lakkerij de productie naar het resterende lakproces kan worden vergroot. In het project wordt daarom nauw samengewerkt met beide afdelingen om de doelstelling van maximaal 5% afkeur te halen aan het einde van januari.

Er is gekozen om eerst te focussen op het behalen van maximaal 5% afkeur na de kleurlijn. Hiervoor is gekozen op basis van twee redenen. Ten eerste wil de organisatie het begin van haar proces op orde hebben voordat wordt gekeken naar het einde van het proces. Ten tweede biedt het kwaliteitssysteem de mogelijkheid tot het verkrijgen van data op een gemakkelijk manier waardoor gericht onderzoek kan worden gedaan naar het probleem.

Uit gesprekken op de werkvloer blijkt dat het probleem is ontstaan sinds de vergroting van de afzet enkele jaren geleden. Op dat moment werd er meer gefocust op het behalen van productie in de ruwafdeling en lakkerij. Er is toen ook begonnen te werken op basis van twee ploegen in de lakkerij. De omvang van het probleem op gebied van lakschade is op grote lijnen bekend in de gehele fabriek. Dit komt naar voren met gesprekken met medewerkers die vertellen "Dat is al jaren zo" en "Het is een terugkerend probleem". Echter werd in gesprekken niet volledig duidelijk waar het probleem zich bevindt.

Op basis van de steekproef in de Measure fase wordt duidelijk dat er een afkeuringspercentage van 5,47% is na de kleurlijn. Dit is boven de gestelde limiet van 5%. De vastgestelde doelstelling van de afdelingen worden daardoor niet gehaald waardoor een verbetertraject in gang moet worden gezet om het probleem aan te pakken.

2.4 Kosten en batenanalyse

De kosten en baten zijn gebaseerd op data van de maand december. Het kwaliteitssysteem bij de kleurlijn is pas actief sinds de maand november actief. Er is daarom gekozen om op basis te rekenen van de maand december doordat het kwaliteitssysteem in deze maand voor het eerst volledig is gevuld. Daarnaast geeft de maand december een relatief goed beeld van de huidige situatie van de organisatie. In de wintermaanden is het namelijk rustiger in de productie van frames als in de zomer, maar december is daarentegen wel een van de drukste maanden in de winter.

De baten van dit project zijn genomen uit besparingen van de afdeling QHSE. Het project wordt namelijk uitgevoerd in naam van de afdeling QHSE. De baten bestaan uit herbewerkingsuren van het personeel en vermindering van materiaalkosten. De materiaalkosten bestaan uit nieuwe lak die opgespoten moet worden op de frames in het herbewerkingsproces. De baten komen uit op een besparing van 150 euro per frame.

Daarnaast zijn er nog extra baten die neer komen op capaciteitsvergroting. Doordat niet bekend is of de output van de kleurlijn het knelpunt is van de lakkerij wordt dit niet als een capaciteitsvergroting beschouwd. De organisatie kan immers niet sneller produceren dan haar knelpunt in de lakkerij.

Productie frames in Accell Western Europe	
December	
Productie december 1 t/m 22 (3 weken)	21765
Afgekeurd december	1289
Afkeurpercentage in december na de kleurlijn	5.47%
Jaarbasis	
Productie per jaar op basis van december (48 weken)	348240
Afgekeurd op jaarbasis op basis van december	20624
Percentage afkeur op basis van december	5,47%
Kosten per frame	
Herbewerkingskosten en materiaalkosten per frame	€ 150
Kosten per jaar op basis van december (5,47%)	€ 3.093.600
Doelstelling van 5.47% naar 5% op jaarbasis	
Betreft vermindering afkeur in frames per jaar	1772
Herbewerkingskosten en materiaalkosten per frame	€ 150
Reductie in kosten van herbewerkingsproces in december	€ 265.800

Tabel 2.4.1: Beoogde baten voor het project op basis van de doelstelling

De baten staan beschreven in tabel 2.4.1. De baten zijn berekend uit de invalshoek van de doelstelling, een verminderen van 0,47%. Dit levert de organisatie bijna een half miljoen per jaar op.

Geschatte projectkosten	
Stagevergoeding	€ 2.250,00
Gemiddeld uurloon personeel	€ 31,15
Benodigde personeelsuren p/w	4
Totaal personeelsuren kosten p/w	€ 124,60
Projectduur in weken (20)	€ 2.492,00
Mogelijke kosten voor middelen 20%	€ 948,40
Totale kosten project	€ 5.690,40

Tabel 2.4.2: Beoogde kosten voor het project op basis van actuele cijfers

De kosten van het project zitten in een vergoeding van de projectleider, middelen en personeelsuren voor benodigde informatie & begeleiding van het project. De projectkosten staan weergegeven in tabel 2.4.2.

	Arbeidskosten
Bedrijfstakken/branches (SBI 2008)	Arbeidskosten per gewerkt uur
	euro
25 Metaalproductenindustrie	31,51

Bron: CBS

Afbeelding 2.4.3: Kosten arbeidsuur van CBS

De arbeidskosten zijn berekend op basis van het CBS. Daarbij is de bedrijfstak van de organisatie opgezocht. De arbeidskosten voor een organisatie in de metaalproductenindustrie zijn gemiddeld 31,51 euro per uur.

2.5 Probleemomschrijving

In de probleemomschrijving wordt het probleem van de organisatie verder toegelicht op basis van de W5H methode. De W5H is een methode die wordt gebruikt om problemen overzichtelijk in kaart te brengen.

Wat is het probleem?

De lakkerij heeft een te hoog afkeurpercentage na de kleurlijn. De gestelde doelstelling van maximaal 5% werd niet gehaald in december. Het afkeurpercentage was namelijk 5.47%. De afkeurnummers komen voort uit het controleren van de frames na de kleurlijn. Er wordt gecontroleerd aan de hand van een aantal veel voorkomende oorzaken die zijn opgedeeld in 2 categorieën namelijk ruw en lak. Gezamenlijk zijn hiervan 10 mogelijke redenen van afkeur. Dit zijn:

Ruwschades

1. Slijpsporen

Slijpsporen in het frame kenmerkt zich tot ruwschade. Eisen die worden gesteld aan een frame zijn dat ze glad moeten worden gestreken. Er mogen geen slijpsporen zich bevinden om het materiaal, dit geeft geen mooie afwerking van het frame.

2. Deuk

Een deuk in het frame kenmerkt zich tot ruwschade. Er is schade in het ruwe materiaal dat als gevolg heeft dat product moet her worden bewerkt vanaf de ruwafdeling. De schade kan verschillende oorzaken hebben afhankelijk van waar dit is geconstateerd.

3. Lasspetters

Lasspetters kenmerkt zich tot spetters op de lasgebieden. Bij het lassen kan het voorkomen dat er spetters vanaf spatten. Dit geeft geen mooie uitstraling en wordt daarom afgekeurd.

4. Gatjes in de las

De laatste soort ruwschade is gatjes in de las. Dit vormt doordat er niet goed wordt gelast. Er vindt niet genoeg binding plaats bij het lassen waardoor er kleine gatjes ontstaan.

Lakschade

5. Schraal

De tweede soort lakschade kenmerkt zich door te weinig gebruik van lak of poeder op de frames. Dit resulteert in een schrale/dunne lak uitstraling van het frame. De lak geeft te weinig dekking op het materiaal.

6. Wit uitgeslagen

Het derde soort schade is dat er de lak wit uitslaat. Bij het wit uitslaan van een frame worden er witte vlekken zichtbaar op het frame. Dit geeft geen mooie afwerking van het frame.

7. Craquelé

Craquelé is de vierde soort schade die kan ontstaan op de lak. Wanneer er craquelé ontstaat zijn er zichtbare scheurtjes en barstjes te ontdekken op de lak. Dit geeft ook geen mooie afwerking van het frame en wordt gezien als afwijking.

8. Sinaasappeleffect

Het sinaasappeleffect is het vijfde soort schade dat kan worden ontdekt. Wanneer dit op de lak ontstaat geeft dit geen mooie uitstraling van het frame en worden daarom bepaalde eisen gesteld die de kwaliteit hierop waarborgen.

9. Laklopers

Schade zes kenmerkt zich tot hebben van dikke lijnen in het frame die eruit springen. Dit zijn zogenaamde laklopers. Laklopers ontstaan door te veel gebruik van te veel lak op een oppervlakte. Laklopers worden gezien als een afwijking op het frame.

10. Vervuiling

Een andere lakschade dat voorkomt is de vervuiling in de lak van het frame. Vervuiling bindt zich in de lak waardoor er een minder afgewerkt resultaat uit de kleurlijn komt.

Wanneer een van deze schades wordt geconstateerd kan een frame niet worden gebruikt voor het vervolgproces. Het frame moet worden herbewerkt om terug te treden in het productieproces. Het frame wordt dan afgeboekt als afkeur. Het totaal aantal frames dat wordt afgekeurd ten opzichte van het totaal is het afkeurpercentage oftewel first time right percentage.

Het is belangrijk om te weten dat wanneer een frame wordt afgekeurd deze op EEN manier wordt afgeboekt. De reden hierachter is om dat er anders geen first time right percentage kan worden berekend. Het registreren van meerdere redenen resulteert in een onjuist first time right percentage in het systeem. Daarom wordt gewerkt op basis van EEN reden van afkeur. Het nadeel hiervan is dat dat slechts een deel wordt meegenomen in het systeem. Stel er zijn meerdere redenen van afkeur op een frame, in het systeem kan dan alleen gekeken worden naar de ingevoerde reden. Daarom wordt slechts een deel van het probleem meegenomen met het registreren. Echter is vaak duidelijk waarop een frame wordt afgekeurd volgens de dhr. Faber. Tijdens het meelopen bij de controleurs is dit verhaal ook bevestigd.

Waar speelt het probleem zich af?

Het probleem speelt zich af in de ruwafdeling en de bij de kleurlijn van de lakkerij. Het prestatieprobleem wordt pas duidelijk wanneer de frames worden gecontroleerd op schades na de kleurlijn. Dit wordt na de kleurlijn gedaan doordat de ruwe fouten beter zichtbaar worden door de lak en ook de lakfouten pas ontstaan bij de kleurlijn. Voor de kleurlijn kunnen immers de lakfouten niet worden waargenomen doordat er nog geen lak op het frame is gespoten. De ruwe fouten kunnen al wel eerder ontstaan in het voorproces.

Samenvattend speelt het probleem zich af in de ruwafdeling en bij de kleurlijn in de lakkerij.

Wie heeft het probleem?

De Champion van het project is M. Hatt. De Champion is verantwoordelijk voor de kwaliteit van de gehele fabriek. Zijn functie is het managen van de kwaliteit van Accell Western Europe. De kwaliteitsmanager geeft verantwoording af aan de operationsmanager van de organisatie. Daarnaast is operationsmanager D. de Haan van de ruwafdeling/lakkerij betrokken bij het probleem. De operationsmanager is verantwoordelijk voor de productie binnen de lakkerij en de ruwafdeling en is ook de proceseigenaar van het project. Daarnaast zijn F. van Wonderen en F. Faber verantwoordelijk voor het waarborgen van de kwaliteit op operationeel niveau, er zal daarom nauw worden samengewerkt met beide personen. Dit zijn de belangrijkste personen die verantwoordelijk zijn voor het probleem. Het probleem speelt zich af in ruwafdeling en de kleurlijn van de lakkerij.

Wanneer speelt het probleem zich af?

Het probleem speelt zich iedere dag af in het productieproces van de ruw en lakafdeling. Dagelijks worden er ongeveer 1000-1200 frames bewerkt en gelakt voor de montage. Hieruit ontstaan dagelijks frames die worden afgekeurd doordat niet wordt voldaan aan de kwaliteitseisen.

Waarom speelt het probleem zich af?

Het probleem speelt zich af doordat er ergens fouten worden gemaakt in het productieproces. De fouten worden pas gezien na de kleurlijn door de controleurs. Het is daarom niet duidelijk waar de fouten zijn ontstaan in het proces ervoor. Dit kunnen bijvoorbeeld technische fouten zijn in de machines of menselijke fouten tijdens het uitvoeren van handelingen. Dit moet verder onderzocht worden om tot een conclusie te komen.

Hoe vaak speelt het probleem zich af?

Iedere dag worden er frames afgekeurd op fouten in de fabriek Accell Western Europe. Het probleem speelt zich continu af in het productieproces. Gemiddeld wordt 1 op de 20 frames afgekeurd (5,47%).

Conclusie

Samenvattend is het probleem dat er een grote hoeveelheid fietsframes wordt afgekeurd na de kleurlijn. Het probleem is al enkele jaren aan de gang. Het prestatieprobleem is bekend echter is de achterliggende oorzaak niet bekend. De champion en belanghebbende stakeholders zouden graag zien dat er minder frames wordt afgekeurd door de achterliggende rootcause te elimineren. De doelstelling is om het afkeurpercentage terug te brengen naar 5%.

2.6 Doelstelling

De doelstelling van de organisatie is het verminderen van het aantal afkeur na de kleurlijn, dit komt overeen met het verbeteren van het first time right percentage. Uit een berekening blijkt dat in december het uitvalpercentage op frames 5.47% te zijn. De organisatie streeft naar een afkeurpercentage van 5% na de kleurlijn. Het afkeurpercentage is daarnaast iedere dag in het kwaliteitssysteem waar te nemen waardoor er op basis van eerder cijfers een realistische doelstelling is opgesteld. Een verminderen van 0,47% wordt als een realistische vooruitgang beschouwd die met het projectteam is besproken in de tollgate. Het project loopt van 5 september tot 10 februari gedurende aanwezigheidsperiode van de projectleider. In tabel staat de doelstelling SMART beschreven. .

S	Het verminderen van het aantal afkeur na de kleurlijn.
M	Het afkeurpercentage verlagen van 5.47% naar 5%.
A	Het komt overeen met de doelstelling van de afdeling QHSE om de kwaliteit te verhogen en lakkerij haar output in frames te vergroten.
R	Uit de berekening blijkt dat in december het afkeurpercentage 5.47% is. Een daling van 0.47% wordt gezien als een realistische doelstelling van het project die haalbaar is voor de organisatie. Dit is ook besproken met het projectteam; doordat er geen cijfers beschikbaar zijn. Daarnaast voldoet het aan de eisen van een minimale besparing van 50.000 euro per jaar.
T	Een realistisch LSS-project wordt afgewerkt in ongeveer 3-6 maanden; De tijdsplanning van dit project is van 5 september tot 10 februari (in totaal 5 maanden).

Tabel 2.6: Doelstelling van het project – SMART gedefinieerd

2.7 Projectteam en projectplanning

Een projectteam en planning legt de basis voor een succesvol project. Vanaf het begin is een projectteam opgezet op de afdeling kwaliteit. Op eigen initiatief zijn daarnaast andere stakeholders betrokken bij het projectteam om voldoende expertise en beslissingsbevoegdheid te creëren voor het project om de doelstelling van het project te behalen. De champion van het project is M. Hatt, die al eerder is benoemd. De proceseigenaar van het project is de operationsmanager van de ruwafdeling en lakkerij D. de Haan (pas werkzaam op zijn functie in de maand november, daarvoor is F. Faber de aangesproken persoon voor de functie). De proceseigenaar is D. de Haan, hij heeft de beslissingsbevoegdheid om veranderingen door te brengen in het proces en is daarom een belangrijke stakeholder. F. van Wonderen begeleidt het project samen met de projectleider en heeft ervaring met het leiden van diverse projecten. Het team is daarnaast aangevuld met een kwaliteitscontroleur voor operationele kennis, een teamleider voor de uitvoering en operationele band met de medewerkers en een proces engineer met kennis over het optimaliseren van het proces.

Het projectteam is staat in tabel 2.7 overzichtelijk weergegeven. Door de bevoegdheid van het management en de expertise van de operationele medewerkers te bundelen is er voldoende kracht om het proces te analyseren en verbeteracties uit te zetten. De champion en de proceseigenaar worden bij iedere voortgang geïnformeerd over het proces mede door hun beslissingsbevoegdheid. Op operationeel niveau wordt nauw samengewerkt met de kwaliteits- engineer en controleur om hun informatie en expertise. Bij het doorvoeren van beslissingen wordt nauw samengewerkt met de teamleider en proces engineer om de juiste mensen bij elkaar te brengen en de beslissingen op de juiste manier te implementeren.

Projectteam	Naam	Functie
Champion	M.Hatt	Quality manager
Proces eigenaar	D. de Haan	Operations manager ruwafdeling & lakkerij
Projectleider	J. Dijkstra	Projectleider
Projectleider	F. van Wonderen	Quality Engineer
Projectlid	F. Faber	Kwaliteitscontroleur
Projectlid	S. Bozer	Teamleider
Projectlid	B. Colenbrander	Proces engineer lak

Tabel 2.7.1: Het projectteam

Voor het project is ook een projectplanning opgesteld om het project georganiseerd te laten doorgang om de doelstelling van het project te behalen. De projectplanning staat weergegeven in afbeelding 2.7.2.

Projectplanning van LSS project - Accell Group													
DMAIC-fase	Activiteit	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Define fase	Contextomschrijving												
	Samenstellen projectteam												
	Projectcharter opstellen												
	SIPOC opstellen												
	CTQ-flowdown												
	Toll-gate												
Measure fase	Meetplan invullen												
	Theoretisch kader schrijven												
	Meetbare indicatoren formuleren												
	Meetsysteem valideren												
	Betrouwbaarheid en validiteit berekenen												
	Toll-gate												
Analyse fase	Analyse van Y												
	Analyseren van X												
	Resultaten weergeven												
	Rootcause identificeren												
	Toll-Gate												
Improve fase	Oplossingen formuleren												
	Implementatieplan												
	Uitvoeren oplossingen												
	Future VSM opstellen												
	Draagvlak en verandermanagement beschrijven												
	Toll-gate												
Control fase	Borgen van het proces												
	OCAP opstellen												
	Financiele situatie berekenen												
	Toll-gate												
	Uitloop van omstandigheden												

Tabel 2.7.2: Projectplanning

2.8 SIPOC

Een SIPOC wordt als hulpmiddel gebruikt om het proces op hoofdlijnen te modelleren. Een SIPOC is een raamwerk die kan worden gebruikt om het proces op hoofdlijnen beter te begrijpen. Daarnaast worden de stakeholders, klanten en leveranciers, in overzichtelijk in beeld gebracht. SIPOC is een afkorting voor de onderstaande woorden.

Supplier – De supplier is de leverancier die het product aanbrengt naar de volgende stap.

Input – De Input is het product dat wordt aangeleverd om door het proces te gaan.

Process -Het process is het proces dat plaatsvindt om het product waarde toe te kennen.

Output – De output is het product dat uit het proces komt.

Consumer – De consumer is de klant waarvoor product is bedoeld.

In tabel 2.8 staat een SIPOC weergegeven. In de SIPOC staat het proces gemodelleerd tot de scope van het project. In de SIPOC staat een globale weergave van het proces zonder alle menselijke handelingen. In totaal bevinden er zich 6 stappen in de scope van het project verdeeld over twee afdelingen. De eerste drie stappen bevinden zich in de ruwafdeling. De laatste drie stappen in de lakkerij afdeling. De stappen in de lakkerij draaien op basis van een lopende band. Bij het lakken van onderdelen wordt voor gespoten om alle belangrijke punten goed te dekken. Daarom is ook gekozen om de lak term te gebruiken voor de supplier en customer in plaats van grondlak machine en kleurlak machine.

De SIPOC start in het ruwmagazijn, hier komen de ingepakte frames binnen vanuit Accell Azie. De ontvangen ruwe frames worden 1) opgerekt door de oprekkers op een transportkar. De oprekkers geven daarna de frames door aan de voorbereiders die de ruwe frames 2) voorbereiden. Als derde stap worden de frames 3) gemaskeerd in de ruwafdeling. Na het voorbereiden worden de ruwe frames over gedragen aan de lakkerij om 4) gereinigd te worden. Na het reinigen gaan de frames direct door naar het 5) grondlak proces. Tot slot gaan de grondgelakte frames door de 6) kleurlak. Hieruit komen uiteindelijk de gelakte frames die worden gecontroleerd op shades. De gecontroleerde frames gaan daarna voort die doorgaan naar de decoratie en poederstraat.

	Supplier	Input	Proces	Output	Constumer	
1	Accell Azië	Ruwe frames	Oprekken ruwe frames (Door magazijn)	Frames op transportkar	Voorbewerking	Ruw processtappen
2	Oprekkers	Frames op transportkar	Voorbewerking (Door voorbewerkers)	Voorbewerkte frames	Maskeerders	
3	Voorbewerking	Voorbewerkte frames	Maskeren (Door maskeerders)	Maskeerde frames	Reinigings machine	
4	Maskeerders	Maskeerde frames	Reiningsproces (Machine)	Gereinigde frames	Grondlakkers	Lak processtappen
5	Reinigings machine	Gereinigde frames	Grondlak (Machine en lakkers)	Grondgelakte frames	Kleurlakkers	
6	Grondlakkers	Grondgelakte frames	Kleurlak (Machine en lakkers)	Gelakte frames	Decoratie lakkerij	

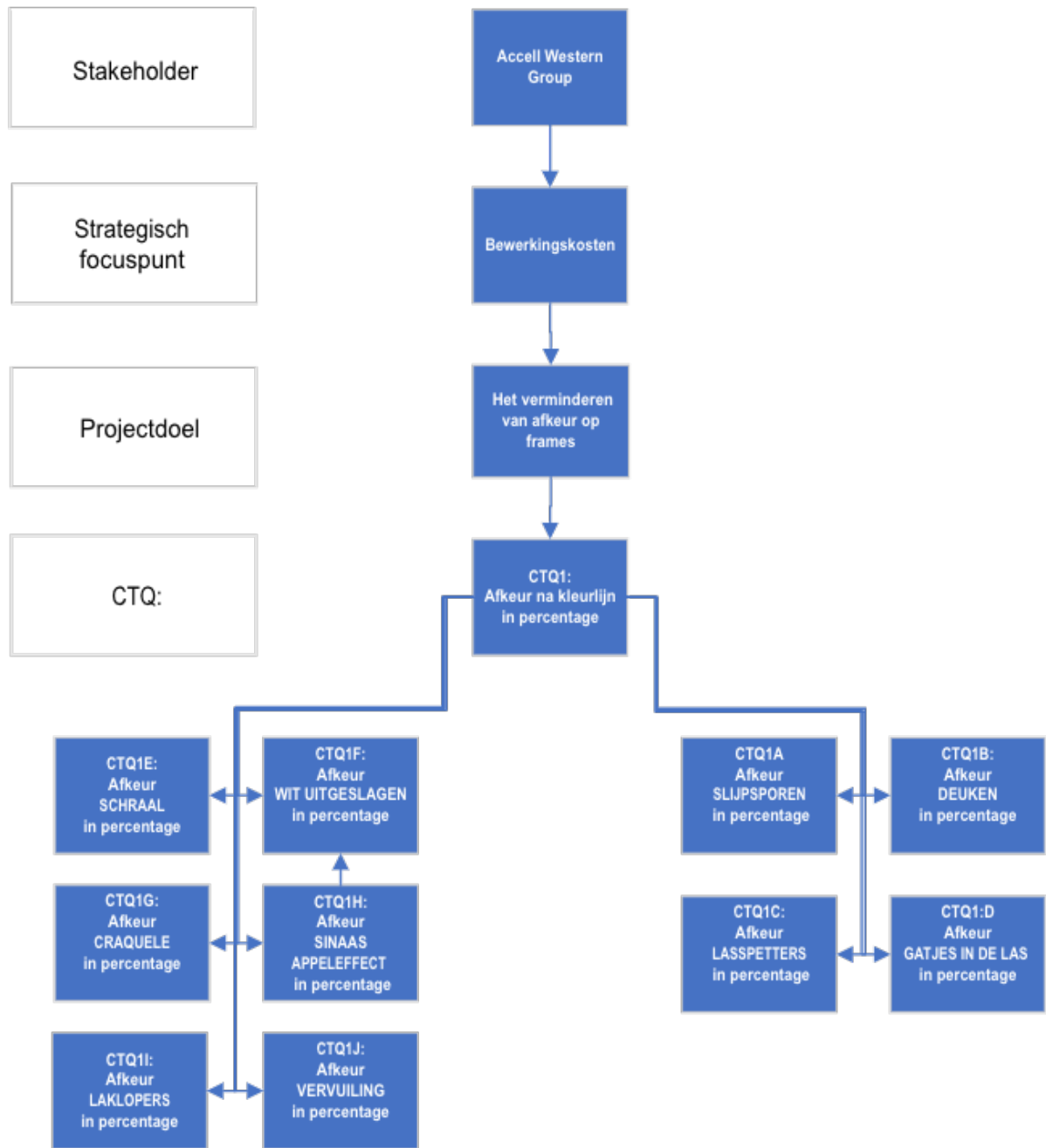
Tabel 2.8: Schematische weergave van de SIPOC

2.10 CTQ-flow down

Een CTQ-flow down is methode die belangrijke punten zoals KPI's en strategische doelstellingen omzet in meetbare factoren in het proces. CTQ staat voor Critical to Quality oftewel kritiek voor de kwaliteit. Een CTQ-flow down helpt om wensen van de organisatie of klant te vertalen naar meetbare variabelen. Een flow down bestaat uit de stakeholders van een project, het focuspunt, het projectdoel en de daaruit vloeiende CTQ's waarop wordt aangestuurd.

Vanuit de stakeholders wordt gekeken naar de VOB (Voice of Business) en de VOC (Voice of Constumer). In dit geval is de Accell Western Europe de VOB, vanuit het management is er behoefte aan kostenbesparing. Het projectdoel van het project vanuit Accel Western Europe is het verminderen van afkeur in het proces na de kleurlijn. Het projectdoel is van toegevoegde waarde voor de organisatie doordat het bewerkingskosten bespaard.

De Critical to Quality van dit project is het afkeurpercentage na de kleurlijn. Het afkeurpercentage na de kleurlijn is de zogenoemde Y in dit onderzoek. De Y is onderverdeeld in sub-Y'en die samen de volledige Y vertegenwoordigen. Alle soorten bij elkaar geven een weergave van het afkeurpercentage na de kleurlijn, de prestatie indicator. Daarnaast is de locatie van de schade meegenomen. De locatie van schade heeft namelijk invloed op het ontstaan van de schade.



Afbeelding 2.10: CTQ-Flowdown

2.11 Haalbaarheidsonderzoek

Een haalbaarheidsonderzoek wordt gedaan om voorafgaand aan het potentiële project gedaan om de potentie te analyseren. Zo worden de sterktes & kansen en ook de zwakke punten & risico's van het project in kaart gebracht. Daarnaast komen de middelen aan bod die benodigd zijn om het project te laten slagen.

Een haalbaarheidsonderzoek heeft als doel om de besluitvorming en ondersteuning van het project te ondersteunen voorafgaand aan het project.

Voor het Lean Six Sigma traject is een haalbaarheidsscan uitgevoerd om de haalbaarheid van het project in kaart te brengen. De haalbaarheidsscan is opgesteld door Skoledo en is ingevuld met behulp van het team.

De haalbaarheidsscan	
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 aandachtsaebied moet je minimaal 8 punten scoren.	
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	3
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	11
Geld	Score
1 Het is bekend wat voor type financiële baten die project zal hebben	3
2 Het is bekend wat voor budget (bijvoorbeeld euro's en/of uren) nodig is voor het doorlopen van c	1
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	2
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	11
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	1
Score Kwaliteit	10
Informatie	
1 We weten welke Stakeholders we op welke wijze gaan informeren tijdens het project	3
2 De tollgate's zijn gepland per fase	3
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	12
Tijd	
1 Het project is gefaseerd en gepland	2
2 De deadlines zijn haalbaar	2
3 Teamleden zijn voldoende vrijgemaakt om een bijdrage te leveren aan het project	2
4 Het project duurt maximaal 3 tot 6 maanden	2
Score Informatie	8
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	2
4 Het is bekend welke gewenste/ ongewenste effecten dit project kan hebben op andere aspecten	3
Score 3 R's	11

Afbeelding 2.11: Haalbaarheidsscan

Toelichting haalbaarheidsscan

In afbeelding 2.11 is de haalbaarheidsscan ingevuld. Over het algemeen scoort de haalbaarheidsscan een ruime voldoende. Echter zijn er in de scan een aantal punten die lagere scores bevatten. Deze punten vormen mogelijk een belemmering in de voortgang van het project. Deze punten worden hieronder verder uitgelicht

- **Stakeholders weten waarom het project van belang is**

Het projectteam is ervan op het project op de hoogte en ondersteunt het uitrollen van het project op de werkvloer. Echter is het onduidelijk of personen op de werkvloer de noodzaak van het project inzien. Om tot een succesvol project te komen is het belangrijk dat alle neuzen dezelfde kant op staan. Voor het project zijn immers de personen die op de werkvloer staan benodigd. Dit kan een belemmering zijn voor het potentiële project.

Om hierop in te spelen zijn de teamleider en proces engineer betrokken bij het project. Beide personen hebben ervaring op het gebied van het aanbrengen van verbeteringen op de werkvloer.

- **Het is bekend wat voor budget (bijvoorbeeld euro's en/of uren) nodig is voor het doorlopen van het project.**

Het budget voor het project is onbekend. De aard van het probleem is niet bekend. Daarom is het onduidelijk hoeveel tijd en middelen moeten worden gebruikt om het traject op te zetten. Het gevolg hiervan is dat het onduidelijk is of het project kan worden afgerond met een positief resultaat in de afgesproken termijn van het traject.

Om hierin op in te spelen worden de cijfers van de besparingen van het project kenbaar gemaakt aan het projectteam.

- **De Champion, BB en GB hebben de vereiste bevoegdheden**

De vereiste bevoegdheden zijn in dit project verdeeld. Dit maakt het lastiger eenduidige beslissingen te maken. Het project is namelijk verdeeld over twee afdelingen en meerdere proces improvers. Onduidelijk is in hoeverre dit een rol gaat spelen in de besluitvorming.

Om hierin op in te spelen zijn beide afdelingen vertegenwoordigd in het projectteam. De operationsmanager van de lakkerij en de teamleider van de ruwafdeling. Daarnaast is de afdeling kwaliteit ook vertegenwoordigd in het projectteam.

- **Het probleem is principieel oplosbaar**

Het probleem van de organisatie over, van, voor de afkeur hangt af van veel factoren. Het volgen van het proces is een continu lopende opgave die steeds voor andere vuren komt te staan. Dit maakt het gehele probleem niet principieel oplosbaar. Het in kaart brengen van het probleem geeft handvaten om verbeteringen in gang te zetten.

Om hierin op in te spelen wordt een totaalbeeld van het probleem geschetst aan de hand van meerdere weken om het probleem als nulmeting inzichtelijk te krijgen. Met de verbeteracties kan er worden gekeken of er een groot deel van de afkeur kan worden aangepakt door middel van verbeteracties.

- **Score tijd**

De grootste bedreiging voor het project is tijd. Het project is erg ambitieus opgezet als blijvende vorm van verbetering. In het opzetten van het project zit veel tijd. Het is daarom lastig een concrete planning op te zetten door veel afhankelijke factoren. Zoals het opzetten van de controlepost en weerstand. Dit kan een bedreiging vormen

voor de oplevering van het project in de komende 3 tot 6 maanden. Daarnaast zit de organisatie in een tijd van overgang in posities, waardoor tijd van personen op het moment erg schaars is. Dit maakt tijd een belangrijke factor in het project. Echter is het duidelijk dat het ambitieuze plan wordt gesteund door beide afdelingen en verder wordt opgepakt na het Lean Six Sigma traject door de afdeling en de kwaliteitscontroleur.

Om de factor tijd te waarborgen is gekozen om het project zo veel mogelijk af te bakenen naar een compact vol onderzoek. Dit wordt gedaan aan de hand van een trechteronderzoek naar de voornaamste reden van afkeur. Zodat er tijd is voor het implementeren en borgen van de oplossingen.

2.12. Afsluiting hoofdstuk

In de define fase zijn de volgende deelvragen behandeld om antwoord te geven op de hoofdvraag.

- Wat is het probleem?

Het probleem is dat het afkeurpercentage te hoog is bij de kleurlijn in de lakkerij. Hierdoor zijn de herbewerkingskosten erg hoog doordat de kwaliteit van de frames niet voldoet aan het bedrijfsniveau.

- Hoe is het huidige proces gemodelleerd?

Het proces staat intern globaal uit hoofdzakelijk uit vier hoofdstappen namelijk; het oprekken, de voorbereiding, het maskeren en het lakken van de frames in de kleurlijn.

- Wie heeft last van het probleem?

De afdeling kwaliteit heeft last van het probleem doordat er een te hoog percentage niet voldoet aan de kwaliteitseisen. Dit kost de afdeling veel bewerkingskosten. Voor de afdeling lakkerij en de ruwafdeling heeft het probleem invloed op de productie van gelakte frames en het vervolgproces.

2.13 Tollgate

Opmerkingen van het team

- Maak een doelstelling met percentage in plaats van absoluut (Quality engineer)
- Proces bestaat uit 3 hoofdprocessen. De rest zijn handelingen die deel uit maken van het proces. Je zou deze kunnen uitwerken op een andere manier. (Hoofdtteamleider)
- Maak een projectplanning zodat je weet wanneer iets af moet zijn. Er zijn nu geen deadlines opgezet waardoor het onduidelijk is wanneer er iets af moet zijn (Champion)
- Maak duidelijk wie je waarvoor nodig hebt en wanneer je dit nodig hebt, leg dit vast. (Champion)

Rol betrokken personen

M. Hatt (Champion) – opdrachtgever van het project en opzetting van de business case
F. van Wonderen (Quality engineer) – afbakening van het project en haalbaarheid bepalen
F. Faber (hoofd teamleider) – gezamenlijk samenstellen van het projectteam, benodigde middelen en voorziening van informatie over het proces

De drie personen hebben allemaal hun handtekening gezet onder het formulier. Dit betekent dat kan worden doorgedaan naar de volgende stap. De handtekeningen zijn te vinden in de bijlage van het verslag.

3.Measure fase

In de eerste fase van het DMAIC-traject is het Lean Six Sigma onderzoek beschreven, het verminderen van het afkeur in fietsframes. De Measure-fase staat in het teken van het beschrijven van het onderzoek, hoe wordt er data verzamelt en hoe wordt de data geanalyseerd.

Daarnaast staat de measure fase in teken van het meten van het probleem. Het analyseren van het probleem wordt gedaan door de effectiviteit te meten van het meetsysteem en de huidige prestaties door middel van een DPMO. Tot slot wordt measure fase afgesloten met mogelijke invloed factoren op het probleem die in de volgende fase worden uitvergroet en geanalyseerd.

In dit hoofdstuk worden de volgende deelvragen behandeld

- Wat is de huidige situatie van het proces?
- Wat zijn mogelijke oorzaken op het probleem.

Aan het einde van het hoofdstuk worden de deelvragen behandeld in de afsluitende paragraaf.

3.1 Theoretisch kader

Het theoretisch kader is voor een onderzoek cruciaal om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Het theoretisch kader omvat de principes, modellen, concepten en theorieën die gebruikt kunnen worden om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Het theoretisch kader geeft de lezer een basis waarop de onderzoeksresultaten kunnen worden ontleed. In een theoretisch kader wordt beschreven welke relevante literatuur er wordt meegenomen in de uitvoering en voert deze om tot een antwoord te komen op de onderzoeksvraag.

Het theoretisch kader wordt gebruikt als ondersteuning tijdens het Lean Six Sigma traject bij het verkennen van het probleem en het identificeren van mogelijke oorzaken. In de Lean filosofie wordt gebruik gemaakt van een afhankelijke en onafhankelijke variabele. De afhankelijke variabele is het prestatieprobleem (Y). De onafhankelijke variabele is een invloed factor (X) op het prestatieprobleem.

Het theoretisch kader is opgebouwd uit een beschrijving van het soort prestatieprobleem en het ontstaan van het prestatieprobleem met een koppeling naar de productieomgeving van de organisatie. Met de koppeling worden de toepassingen besproken die van invloed zijn op het prestatieprobleem bij de organisatie.

3.1.1 Wat is een productiedefect?

Met een defect in een productieomgeving wordt verwezen naar een fout, afwijking of niet volledigheid in een productieproces. Met andere woorden is niet het juiste resultaat bereikt in het proces. Een defect heeft mogelijk als gevolg dat een product mogelijk minder functioneert, minder kwaliteit heeft, minder presteert of er minder uit ziet zoals is vastgesteld.

Het aan begrijpen en identificeren van productiedefecten wordt binnen productiebedrijven veel aandacht aanbesteed. Organisaties streven naar een “zero defects” filosofie zodat er geen verspilde tijd, materiaal en capaciteitsverlies plaatsvindt binnen het proces. Om dit te voorkomen moeten er maatregelen worden genomen die de defecten zien te voorkomen. Dit wordt gedaan door proactief te handelen zodat het aantal defecten wordt geminimaliseerd en de kwaliteit van het proces verbeterd.

Om een defect vast te stellen worden producten vaak gecontroleerd op een punt om te onderzoeken of er defecten hebben plaatsgevonden in het proces. De producten moeten op het controlepunt binnen de vastgestelde kwaliteitskader vallen om te verder te kunnen gaan naar het vervolgproces. Wanneer een eindproduct hieraan niet voldoet kan dit worden geclassificeerd als een defect. Met andere woorden een product voldoet niet aan de 'gestelde eisen' kwaliteitseisen (Calvin, 1983).

3.1.2 Identificeren van defecten in de productie

In het identificeren van de defecten kan op verschillende manieren worden gedaan. In de organisatie wordt dit gedaan door middel van inspecteurs op een controlepunt aan het einde van een deelproces. De inspectie is een visuele inspectie, dit houdt in dat de inspecteurs kijken naar visuele afwijkingen op het frame om afwijkingen en onvolkomenheden te signaleren.

De geïdentificeerde defecten kunnen ontstaan door verschillende mogelijkheden. In de literatuur zijn hoofdzakelijk vier punten te onderscheiden; door materieel, methode, menselijk of technisch falen. Het identificeren van deze hoofdzaken in het productieproces draagt bij aan het voorkomen van defecten. In de literatuur zijn een aantal voorbeelden opgesteld voor de hoofdzaken (Muhammed, 2015). De voorbeelden zijn bij de hoofdzaken hieronder weergegeven.

Materiaalfouten: met materiaalfouten wordt gedacht aan materiele fouten in grondstoffen of materiaal.

Methodische fouten: met methodische fouten wordt bedoeld dat er een verkeerde methode wordt gehanteerd bij het beoefenen van het proces. Dit kan bijvoorbeeld zijn dat er op een verkeerde manier lak wordt gespoten.

Menselijke fouten: met menselijke fouten wordt gedacht aan handelingen die verkeerd worden uitgevoerd. Hierin kunnen kleine verschillen grote waardes achteraf hebben. In dit geval bijvoorbeeld het niet voorspuiten van de frames.

Technische fouten: met technische fouten wordt bedoeld dat er in het proces fouten zijn in de techniek. Dit kunnen bijvoorbeeld machines zijn die een storing hebben of niet juist zijn ingesteld waardoor er fouten ontstaan.

Deze oorzaken komen overeen met de 4M methode. De 4M methode wordt vaak gecombineerd met een visgraatdiagram.

3.1.3 Tussenconclusie

Er is beperkte literatuur beschikbaar over het identificeren van defecten in de fietsframes industrie. In het theoretisch kader is wel gebruik gemaakt van bestaande literatuur over productie defecten bij organisaties. Hieruit valt te concluderen dat materiaal, methode menselijke en technische fouten van invloed kunnen zijn op het ontstaan van productiefouten. Op basis van deze kennis kan een Visgraatdiagram worden opgesteld waarin het materiaal, methodische, menselijke en technische fouten kunnen worden beschreven per afkeursoort.

3.1.4 Visgraat diagram

Een visgraatdiagram is ontwikkeld door de Japanner Kaoru Ishikawa (Ishikawa, K, 1985). Het diagram wordt gebruikt om mogelijke oorzaken van een probleem overzichtelijk in beeld te brengen. In Lean Six Sigma wordt diagram vaak gebruikt en wordt de Japanner ook gezien als een belangrijke goeroe. De structuur van het diagram biedt de gebruiker de mogelijkheid de oorzaken en gevolgen te structureren door middel van eigen inbreng. De meeste voorkomende manier om het diagram in te vullen is op basis van de 4M methode. 4M staat voor mens, methode, machine en materiaal.

Om de mogelijke oorzaken van het project te identificeren is een visgraatdiagram opgezet. De visgraatdiagram bevat alle sub-Yén. Met behulp van het 5M model zijn alle mogelijke oorzaken die invloed hebben op de sub-Y beschreven. De visgraatdiagram bevindt zich in de bijlage.

De verzamelde oorzaken in het visgraatdiagram komen voort uit verschillende bronnen om een breed scala aan mogelijke oorzaken te kunnen analyseren. De bronnen betreffen gesprekken met medewerkers van de werkvloer, dit waren onder andere de controleurs aan de lijn, lakspuiters en de kwaliteitscontroleurs. Daarnaast is een aantal dagen meegelopen in het ruwmagazijn en in de lakkerij om oorzaken te noteren. De opgestelde visgraatdiagram is tot slot gedeeld met de kwaliteitscontroleurs en kwaliteits engineer voor vergeten of resterende oorzaken.

3.2 Meetbare indicatoren

In de voorgaande paragraaf is een visgraatdiagram opgesteld. Een visgraatdiagram geeft inzicht in alle mogelijke invloed factoren. Echter zijn de invloed factoren nog niet meetbaar gemaakt. In deze paragraaf worden de mogelijke invloedsfactor per sub-Y tot meetbare indicatoren gemaakt. Op basis van het visgraatdiagram is een overzichtelijke tabel gemaakt met drie kolommen. Als eerste de betreffende sub-Y. In de tweede kolom kort samengevat vanuit het visgraatdiagram de mogelijke invloed factor en in de derde kolom een meetbare indicator van de mogelijke invloed factor (X).

Reden van afkeur (sub-Y)	Mogelijke invloed factor	Meetbare indicatoren (X)
Slijpsporen	Extern proces Schuurkwaliteit Kennis en ervaring Kwaliteit schuurmachines	Aantal schades bij binnenkomst Aantal schades bij binnenkomst Aantal jaar in dienst Onderhoud machines in maanden
Deuken	Extern proces Vorbewerking kwaliteit Schade op transportkar door tegen andere frames aan te vallen Maskeren Haken van kleurlijn	Aantal schades bij binnenkomst Aantal schades bij schuren Aantal schades door transportkar Aantal schades na het maskeren Aantal schades na de kleurlijn
Lasspetters	Extern proces Vorbewerking kwaliteit Kennis en ervaring Kwaliteit schuurmachines	Aantal schades bij binnenkomst Aantal schades bij schuren Aantal jaar in dienst Onderhoud machines
Gatjes in de las	Extern proces Schuurkwaliteit Kennis en ervaring Kwaliteit schuurmachines	Aantal schades bij binnenkomst Aantal schades bij schuren Aantal jaar in dienst Onderhoud machines in maanden
Schraal	Aarding Gewicht Complexiteit Kennis en ervaring Grond en kleurlak	Aantal slecht gehangen haken/ onderhoud oude haken Gewicht frame in kg's Categoriseren complexiteit Aantal jaar in dienst Ondergrond van kleuren
Wit uitgeslagen	Niet genoeg kunnen dampen en drogen Ondergrond niet volhard Gewicht Spuitaafstand Spuitedruk Grond en kleurlak	Snelheid van de lijn Temperatuur Gewicht frame in kg's Afstand tot frame Druk van spuit Ondergrond van kleuren

Craquelé	Niet genoeg kunnen dampen en drogen Ondergrond niet volhard Gewicht Grond en kleurlak	Snelheid van de lijn Temperatuur Gewicht frame in kg's Ondergrond van kleuren
Sinaasappeleffect	Veel gespoten Spuitaafstand Spuitedruk	Aantal seconden bijgespoten Afstand tot frame Druk van spuit
Lakloper	Aarding Gewicht Complexiteit Kennis en ervaring Grond en kleurlak	Aantal slecht gehangen haken/ onderhoud oude haken Gewicht frame in kg's Categoriseren complexiteit Aantal jaar in dienst Kleuren
Vervuiling	Niet voorgeschreven kleding Schoonmaak weekend Schoonmaak machines Luchtfiltering Gebruik van vervuילend materiaal Afval in de lakkerij	Aantal personen zonder voorgeschreven kleding Aantal dagen geleden Aantal dagen geleden Luchtmetering cijfers Gebruik van vervuילend materiaal in kg per dag Hoeveelheid afvalcijfers

3.2.1 Toelichting X-en

In de voorgaande paragraaf is tabel weergegeven met de meetbare indicatoren (X). Als vervolg wordt in deze paragraaf een toelichting gegeven op de meetbare indicatoren. Uit de tabel 3.2 valt af te leiden dat er veel verschillende mogelijke oorzaken zijn per sub-Y. Voor het onderzoek is gekozen uitsluitend de meest voorkomende sub-Y (voortkomend uit de Analyse-fase) toe te lichten om het onderzoek overzichtelijk en gericht te houden op de voornaamste oorzaak.

Aantal schades bij binnenkomst in het magazijn

De frames worden ingekocht door de organisatie bij de fabriek in Azië. De frames worden vaak niet gecontroleerd bij binnenkomst. Daarom is het onduidelijk of het externe proces het mogelijke probleem is van de grote hoeveelheid deuken in het interne proces. Het externe proces is daarnaast niet bekend bij de organisatie. Door het aantal schades te controleren bij binnenkomst kan het mogelijke effect van het externe proces worden bekeken.

Aantal schades door de voorbereiding

De voorbereiding van de frames in het interne proces heeft mogelijk invloed op het aantal deuken in het proces. Het voorbereiden van de frames moet het uiterlijk en de kwaliteit verbeteren. Echter is het onduidelijk of dit daadwerkelijke een positief effect uitoefenend op het verbeteren van de deuken op de frames. Het is mogelijk dat er zelfs een negatief effect wordt gecreëerd bij het voorbereiden van de frames doordat er verkeerd wordt geschuurd of plekken worden vergeten. De voorbereiding heeft daarom mogelijk invloed op het aantal deuken.

Aantal schades door transportkar

De transportkar waarop de frames worden vervoerd kan mogelijk invloed hebben op het aantal deuken in het productieproces. De frames worden namelijk vaak op staal buizen neergezet. Bovendien worden de karren erg vol geladen waardoor het kan voorkomen dat de frames tegen elkaar aan vallen op de kar. Dit kan ervoor zorgen dat er deuken ontstaan op de frames tijdens het terugzetten op de transportkar.

Aantal schades door het maskeren

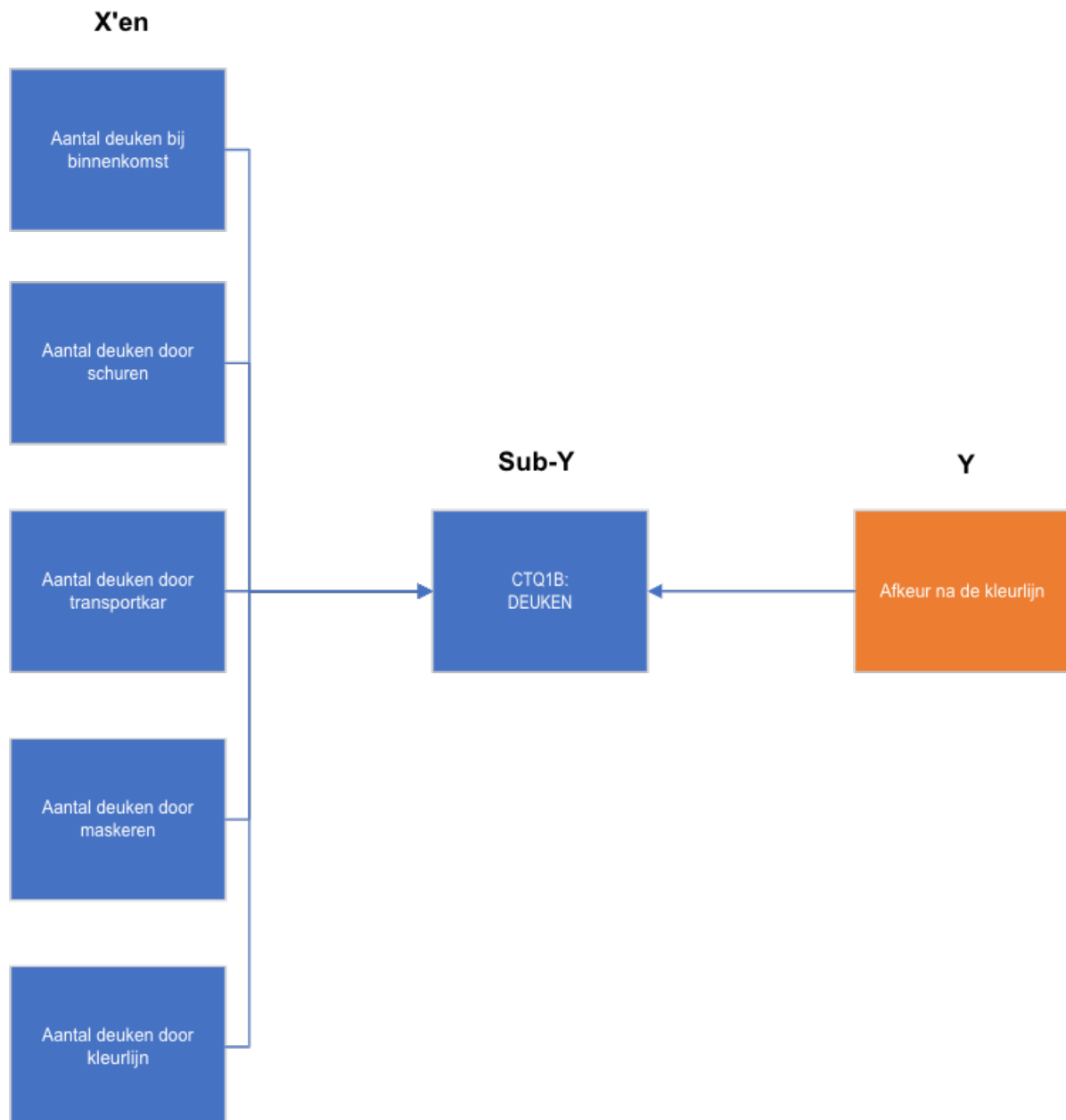
Bij het markeren worden de frames van de vaak op een tafel gelegd waar de handelingen worden verricht. Deze werkbank is niet uitgerust met zacht materiaal. Het is daarom mogelijk dat de frames beschadigd raken tijdens het maskeren van de frames.

Aantal schades door de kleurlijn

Bij de kleurlijn worden de frames op een haak neergezet via de balhoofdbuis. Deze handeling kan mogelijk invloed hebben op het ontstaan van schades op het balhoofdbuis. Gedurende de kleurlijn worden frames sporadisch vastgepakt door de voorlakkers om moeilijke zones af te spuiten. Hieruit kunnen ook mogelijk deuken ontstaan.

3.3 Conceptueel model

Op basis van de voorgaande paragraaf kan een conceptueel model worden opgesteld. Dit is gedaan aan de hand van de literatuurstudie en de opgestelde visgraatdiagram. Het conceptueel model staat weergegeven in afbeelding 3.3.



Afbeelding 3.3: Het conceptueel model

3.4 Meetplan

In een meetplan wordt beschreven welke data wordt verzameld en op welke manier dit wordt verzameld. Nu duidelijk is geworden wat de Y en X'en zijn in het project kan een meetplan voor het project worden opgesteld. Het meetplan van het project is opgenomen in bijlage 5.

3.5 Onderzoeksvraag en deelvragen

Een onderzoek bestaat uit een of meerdere hoofdvragen met daaronder enkele deelvragen. Het onderzoek is gebaseerd op het verminderen van afkeur van frames na de kleurlijn. De hoofdvraag van dit onderzoek is als volgt opgesteld.

Wat is de oorzaak van de afkeur en hoe kan dit worden aangepakt zodat dit structureel minder afkeur oplevert per week?

Om antwoord te geven op de hoofdvraag wordt gebruikt gemaakt van DMAIC-cyclus van Lean Six Sigma. Iedere fase geeft input in beantwoording van de hoofdvraag. Per fase zijn daarom een aantal deelvragen geformuleerd die helpen met het beantwoorden van de hoofdvraag van het onderzoek.

Define

De define fase staat in teken van het beschrijven en modelleren van het project en proces. Wat zijn belangrijke factoren waar rekening mee moet worden gehouden. De define fase heeft als doel om het project te definiëren en op te zetten. De deelvragen die worden beantwoord in deze fase zijn:

- Wat is het probleem?
- Hoe is het huidige proces gemodelleerd?
- Wie heeft last van het probleem?

Measure

De measure fase staat in teken van het meten van het huidige proces en het opzetten van een meetplan van mogelijke oorzaken van oorzaken die invloed hebben op het probleem. De measure fase heeft als doel om een onderzoek op te zetten aan de hand van een vastgestelde wijze. De deelvragen die worden beantwoord in deze fase zijn:

- Wat is de huidige situatie van het proces?
- Wat zijn mogelijke oorzaken op het probleem.

Analyse

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag, wordt de analyse fase gebruikt om de reden te analyseren achter probleem op basis van data. De analyse wordt uitgewerkt door middel van visuele diagrammen en charts. De analyse fase heeft als doel het inzichtelijk maken van de mogelijke oorzaken van het afkeurpercentage na de kleurlijn. De deelvragen die hierbij horen zijn opgedeeld in probleem en oorzaak.

- Welke soort afkeur draagt het met meest bij aan het afkeurpercentage?
- Welke oorzaak heeft het meeste invloed op het probleem?

Improve

De improve fase wordt gebruikt om verbeteringen in het proces aan te brengen op basis van de analyse fase. De improve fase draagt bij aan het beantwoorden van de hoofdvraag door veranderingen te implementeren in het proces. De improve fase heeft als doel om het afkeurpercentage te verminderen in dit onderzoek. Dit wordt gedaan door middel van het bedenken, implementeren en testen van verbeteracties. Er wordt antwoord gegeven op de volgende deelvragen

- Welke oplossingen kunnen er worden gebruikt om het proces te verbeteren?
- Op welke manier kunnen de oplossingen worden geïmplementeerd?
- Wat voor effect hebben de oplossingen gehad?

Control fase

De controle fase wordt gebruikt om verbeteringen te waarborgen in het proces. De verbeteringen stromen voort uit de improve fase. Het doel van de control fase is om de geïmplementeerde veranderingen te waarborgen in de organisatie zodat de verbetering wordt opgenomen.

Op welke manier kunnen de verbeteringen structureel worden gewaarborgd?

3.6 Gegevensverzameling

Op basis van het meetplan wordt er data verzameld. In deze paragraaf wordt toegelicht hoe de data gaat worden verzameld, wat voor data er wordt verzameld, hoeveel data er wordt verzameld en wanneer er data wordt verzameld. De data die wordt verzameld wordt in het eerste meetplan gebaseerd op secundaire data. Secundaire data zijn bestaande data die al verkregen is. Secundaire data bieden in dit onderzoek een trechter tot de belangrijkste reden van afkeur. Nadat getrechterd is naar de voornaamste reden kan primaire data worden gebruikt om een diepere analyse te geven naar de rootcause.

3.6.1 Secundaire- en primaire data

De secundaire data worden verkregen door getrainde controleurs aan het einde van de kleurlijn. De personen noteren de schades en locaties in een kwaliteitssysteem. Doordat alle frames worden gecontroleerd wordt er een concreet beeld gevormd van het probleem waardoor de belangrijkste reden van afkeur kan worden gevonden.

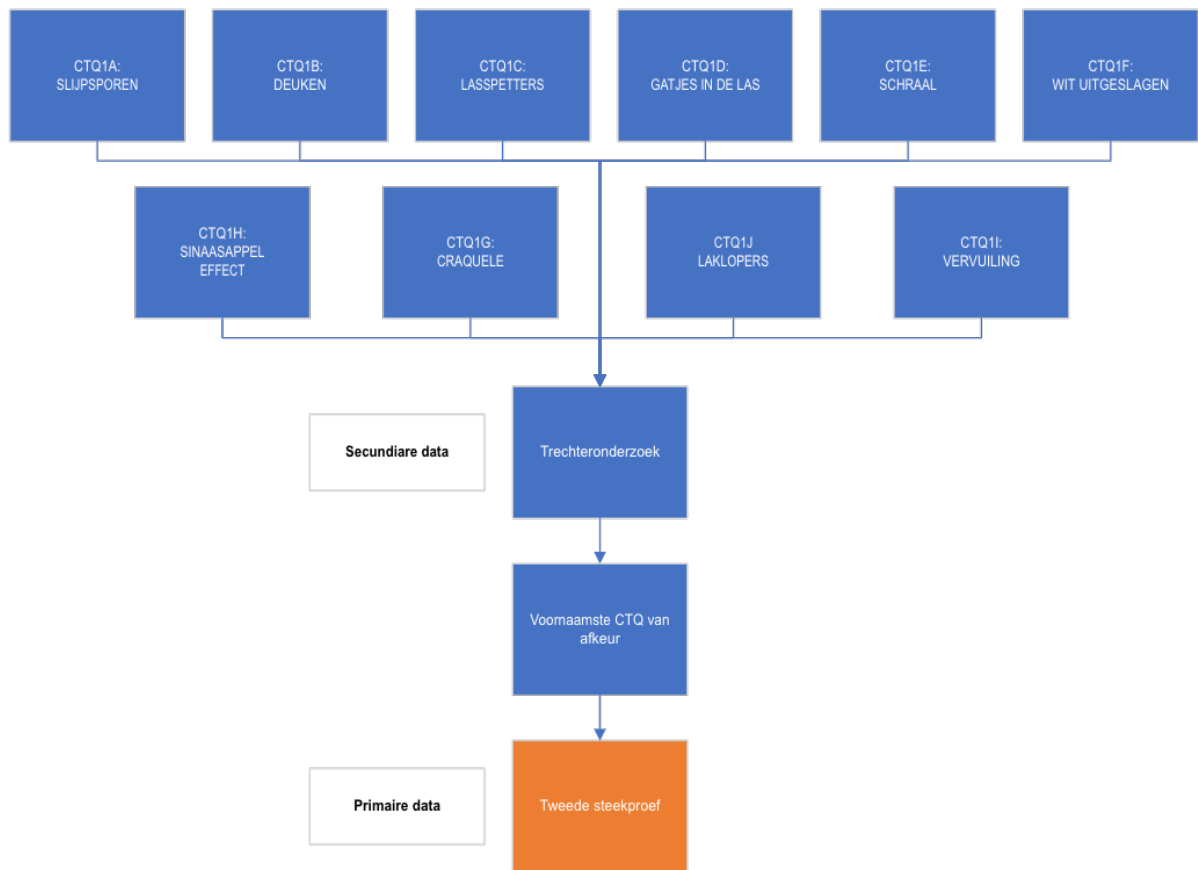
De primaire data wordt verkregen door eigen metingen. Door middel van metingen en observaties. Het doen van eigen metingen en observaties geeft een betrouwbare blik aan het onderzoek. Er wordt namelijk op gerichte wijze data verzameld die benodigd is om de onderzoeksvraag te beantwoorden. De primaire data worden verzameld met de kwaliteitscontroleur. Ten eerste voor de expertise en ten tweede voor de betrouwbaarheid van het onderzoek zodat een geborgen onderzoek kan worden vastgelegd die door twee verschillende blikken is vervuld.

Voor het onderzoek is gekozen om gebruik te maken van een trechter omdat de omvang van het probleem te groot is. Dit maakt het moeilijk om voor alle punten evenveel data te verzamelen in verband met tijd en toegankelijkheid van data. Een trechter biedt de mogelijkheid de voornaamste reden grondig verder te onderzoeken.

Samenvattend wordt in twee stappen de data verzameld van het onderzoek.

1. Op basis van secundaire data wordt er getrechterd naar de voornaamste reden van afkeur (sub-Y). Dit wordt gedaan door controleurs die frames afgekeurde frames registreren in het kwaliteitssysteem. Het trechteren gebeurt op basis van de maand december. Dit zijn in totaal 17 dagen.
2. Wanneer de voornaamste redenen zijn vastgesteld wordt overgegaan op de volgende stap; het analyseren van de voornaamste reden van afkeur door middel van bijbehorende X'en. Er wordt hiervoor een nieuw meetplan opgesteld.

De bevindingen van het meten worden vastgelegd op een meetformulier en vervolgens opgeslagen in een Excel bestand.



Afbeelding 3.5.1: Schematische weergave van de opzet van het onderzoek

3.6.2 Steekproef trechteronderzoek

In deze paragraaf wordt de steekproef voor het trechteronderzoek beschreven. In het meetplan staat weergegeven dat er een steekproef wordt aangehouden van 3 weken in december. Er is gekozen voor 3 weken in december doordat het meetsysteem in november is opgezet. Om de betrouwbaarheid te vergroten is eerst gekeken of het meetsysteem voldoet aan de eisen en of er juist mee gewerkt kan worden door het management en de controleurs met het registreren.

Er is gekozen om te meten op basis van de weken in december omdat alle frames dan in ieder geval een paar keer zijn gedraaid. Dit komt ten goede aan de representativiteit van het onderzoek. Daarnaast is besloten om per dag te gaan meten om de volgende redenen:

1. Sterk variërend aanbod in frames, waardoor per frame order er sterke verschillen kunnen ontstaan door de eigenschappen van de frames.
2. Per week is niet haalbaar doordat er geen oude data beschikbaar is om te gebruiken.
3. Het meten van een enkele frame geeft weinig tot geen inzage in het probleem.

Op basis van de bovengenoemde redenen is gekozen om op volle dagen data te verzamelen. Dit geeft een voldoende weergave in het probleem van de organisatie. Als er oude data beschikbaar was, had dit de voorkeur gekregen doordat er minder sprake is van kwetsbaarheid van bijzondere variatie.

Voor de omvang van de steekproef per dag is gekozen voor de gehele populatie. Het voordeel van een complete populatie is dat niet te maken hebt met een standaardafwijking. Daarnaast is er een totaalbeeld van de hoeveelheid verschillende frames die wordt gedraaid die allemaal worden opgenomen in de populatie. Het voordeel hiervan is dat het gehele probleem in kaart wordt gebracht

3.7 Analysemethode

De analysemethode is een techniek om een complex probleem of systeem te ontleden. In dit geval wordt er gekeken naar het probleem (Y) en de mogelijke oorzaken (X). Beide begrippen worden analyseert door middel van een aantal stappen. Aan de hand van de stappen wordt er een gedetailleerd antwoord te geven op de hoofdvraag en deelvragen van het onderzoek. De stappen die worden gebruikt om tot een conclusie te komen worden hieronder weergegeven.

1. Ten eerste wordt het meetsysteem geanalyseerd op basis van een meetsysteemanalyse (MSA). In dit geval wordt een K.A.P.P.A toets uitgevoerd om het de betrouwbaarheid van de controleurs te meten.
2. Als het meetsysteem betrouwbaar is wordt het huidige proces gemeten aan de hand van een DPMO. DPMO staat voor defects per Miljon opportunity's. Het is een maatstaf dat wordt gebruikt om een proces te meten op het aantal fouten dat wordt gemaakt.
3. Als derde stap wordt er data verzameld door middel van secundaire data om te trechteren naar de voornaamste reden van de afkeur. Dit wordt gedaan met behulp van het kwaliteitssysteem bij de kleur. Uit de data wordt een Pareto analyse opgesteld die trechtert naar de voornaamste reden van afkeur.
4. Wanneer de voornaamste reden is vastgesteld, word er opnieuw een meetplan opgesteld voor het identificeren van de X'en in het productieproces voor het controlepunt.
5. Wanneer alle oorzaken goed in beeld zijn gebracht wordt er een VSM uitgevoerd om oorzaken overzichtelijk in beeld te brengen. Met behulp van een Pareto analyse wordt de voornaamste invloedsfactor geïdentificeerd.
6. Als de oorzaak is geïdentificeerd wordt overgegaan op de improve fase van het onderzoek. Hierin worden verbeteracties onderzocht en uitgevoerd. In de control fase worden daarna de verbeteracties geborgd binnen de organisatie door middel van tweetal borgingstechnieken.

3.8 Betrouwbaarheid en validiteit

Betrouwbaarheid houdt in dat het onderzoek dezelfde uitkomsten terugkrijgt wanneer het onderzoek nog een keer wordt uitgevoerd op dezelfde wijze. Om voor een betrouwbaarheid van het meetsysteem te meten is een MSA opgesteld. Een M.S.A is een meet systeemanalyse. De MSA wordt gedaan bij de controleurs aan de lijn. De kwaliteitscontroleur heeft hierbij geholpen door te controleren of de norm werd gehandhaafd.

De vorm van de MSA is een attribute agreement analysis. Deze vorm is het meest geschikt om data te verzamelen die ingaat op het goedkeuren en afkeuren van objecten.

De kappa index geeft een betrouwbaarheid weergave voor discrete metingen. Het meten van afkeur wordt gedaan op basis van een discrete meting. De plaat voldoet of voldoet niet aan de gestelde eisen.

De K.A.P.PA toets is uitgevoerd met een controleur en de kwaliteitscontroleur die de norm hanteert binnen de lakkerij, dit is gezamenlijk besloten met het projectteam.

In de bijlage 6 is te zien dat het meetsysteem een waarde heeft van 0,79%. Dit betekent dat de betrouwbaarheid van het meetsysteem acceptabel is. De controleur en de kwaliteitscontroleur kwamen in 79% van de gevallen tot dezelfde conclusie. De keuringen zijn opgenomen in de bijlage.

Een kant tekening aan de MSA is dat er een ronde is uitgevoerd. Het liefst heb je 2 of 3 ronden om met zekerheid te kunnen zeggen dat een kwaliteitssysteem betrouwbaar is. In de tweede MSA in het vervolg van het onderzoek wordt gebruik gemaakt van drie rondes om de betrouwbaarheid van het meetsysteem aan te tonen.

3.9 DPMO en Sigmalevel

DPMO staat voor Defects per Million Opportunity's en is een maatstaf die wordt gebruikt om de prestaties van een productieproces te meten op basis van het aantal defecten dat optreedt. DPMO is een soort van kwaliteitsindicator die gebruikt wordt om te beoordelen hoe effectief het productieproces is. Het is gebaseerd op het principe dat hoe lager het aantal defecten, hoe beter het productieproces functioneert. De berekening van DPMO kan worden uitgevoerd door het aantal defecten te delen door het totale aantal kansen voor het optreden van defecten en dit te vermenigvuldigen met een miljoen. DPMO is een nuttig hulpmiddel om het prestatieniveau van een productieproces te bepalen en te vergelijken met andere processen. Het kan ook worden gebruikt om verbeteringsmogelijkheden te identificeren en om te bepalen welke aanpassingen nodig zijn om het proces te verbeteren.

De DPMO weergeeft het proces in fouten per miljoen eenheden. Dit wordt dan uitgedrukt in sigmawaarde. Hoe hoger de sigma waarde, hoe beter het proces presteert. Een ander belangrijk begrip is de yield van een product of eenheid. De yield betekent de kans dat een product zonder enig defect een hoeveelheid opeenvolgende processenstappen doorloopt.

Om de DPMO van het huidige proces te meten is vanuit de kwaliteit systeem de maand december gevolgd. December geeft een representatieve weergave van de prestaties van het proces. In de winter is het namelijk rustiger als de zomer. December is daarentegen een drukke maand in de winter. Daarom geeft december een goede weergave van de huidige prestaties van het proces.

De DPMO wordt als volgt berekend:

$$\text{DPMO} = (\text{Aantal fouten} / (\text{totaal aantal item} * \text{aantal mogelijke fouten}) * 1.000.000 =$$

Aantal fouten: 1523

Aantal items: 23002

Aantal mogelijke fouten: 10

$$(1523 / (23002 * 10)) * 1.000.000 = 6.621 \text{ Defects Per Million Opportunity's}$$

Dit betekent een sigma van 3.97 hieraan kan worden opgemaakt dat er ruimte is voor verbetering.

Sigma	DPMO	Sigma	DPMO	Sigma	DPMO	Sigma	DPMO	Sigma	DPMO	Sigma	DPMO
6.00	3.4	5.00	233	4.00	6210	3.00	66807	2.00	308538	1.00	691462
5.95	4.3	4.95	280	3.95	7143	2.95	73529	1.95	326355	0.95	706840
5.90	5.4	4.90	337	3.90	8196	2.90	80757	1.90	344578	0.90	725747
5.85	6.8	4.85	404	3.85	9387	2.85	88508	1.85	363169	0.85	742154
5.80	8.5	4.80	483	3.80	10724	2.80	96801	1.80	382089	0.80	758036
5.75	11	4.75	577	3.75	12224	2.75	105650	1.75	401294	0.75	773373
5.70	13	4.70	687	3.70	13903	2.70	115070	1.70	420740	0.70	788145
5.65	17	4.65	816	3.65	15778	2.65	125072	1.65	440382	0.65	802338
5.60	21	4.60	968	3.60	17864	2.60	135666	1.60	460172	0.60	815940
5.55	26	4.55	1144	3.55	20182	2.55	146859	1.55	480061	0.55	828944
5.50	32	4.50	1350	3.50	22750	2.50	158655	1.50	500000	0.50	841345
5.45	39	4.45	1589	3.45	25588	2.45	171056	1.45	519939	0.45	853141
5.40	48	4.40	1806	3.40	28716	2.40	184060	1.40	539828	0.40	864334
5.35	59	4.35	2186	3.35	32157	2.35	197662	1.35	559618	0.35	874928
5.30	72	4.30	2555	3.30	35930	2.30	211855	1.30	579260	0.30	884930
5.25	88	4.25	2980	3.25	40059	2.25	226627	1.25	596706	0.25	894350
5.20	108	4.20	3467	3.20	44565	2.20	241964	1.20	617911	0.20	903199
5.15	131	4.15	4025	3.15	49471	2.15	257846	1.15	636831	0.15	911492
5.10	159	4.10	4661	3.10	54799	2.10	274253	1.10	655422	0.10	919243
5.05	193	4.05	5386	3.05	60571	2.05	291160	1.05	673645	0.05	926471

Tabel 3.6.1: DPMO-overzicht met sigma waardes

3.10 Afsluiting fase

In deze paragraaf worden de deelvragen van het hoofdstuk behandeld. In measure fase zijn de volgende deelvragen beantwoord:

- Wat is de huidige situatie van het proces?

De huidige situatie is dat het proces een afkeurpercentage heeft van 5,47%. Dit betekent dat er niet wordt voldaan de gestelde norm van 5% afkeur bij de kleurlijn. Het proces voldoet daarom niet aan de gestelde richtlijnen.

- Wat zijn mogelijke oorzaken op het probleem.

Er zijn een aantal mogelijke oorzaken geïdentificeerd op het probleem. Dit zijn de volgende oorzaken:

1. Bij binnenkomst zijn er al deuken op de frames.
2. Bij het oprekken van de frames op de transportkar ontstaat er schade.
3. Bij het voorbereiden ontstaan deuken op de frames
4. Bij het maskeren van de frames ontstaan deuken op de frames
5. Bij de kleurlijn ontstaan deuken op de frames.

3.11 Tollgate

Opmerkingen van het projectteam

- Wees duidelijk in hoe je het onderzoek wilt aanpakken. Wanneer en hoe wil je wat verzamelen (Operations manager)
- Het aantal deuken verschilt erg per soort. Je kunt dit in de data bekijken en mogelijk al iets in zien wat betreft de locaties. (Kwaliteitscontroleur)
- Als het mogelijk is een langere periode te meten. Dit geeft een meer overzichtelijk beeld van het huidige probleem. (Quality Engineer)
- Ga eens langs bij de controleurs aan het einde van de lijn. Daar worden ook nog veel deuken gevonden. Deze controleurs weten misschien ook waar deuken worden vergeten die niet worden geïdentificeerd. (Kwaliteitscontroleur)

Acties opmerkingen:

- Uitbreiding van toelichtingen op het gebied van het verzamelen van data
- Onderzoeken welke soorten frames meer deuken bevat

-

Rol betrokken personen:

- D. de Haan (Operations manager): ondersteuning bij onderzoekaankpak en opzet
- F. Faber (Kwaliteitscontroleur): identificeren van mogelijke X'en in het proces en uitvoeren MSA
- F. van Wonderen (Quality engineer): identificeren van mogelijke X'en in het proces
- M. Hatt (Champion): identificeren van mogelijke X'en

De vier personen hebben die hebben meegewerkt aan de fase hebben allemaal hun handtekening gezet onder het formulier. Dit betekent dat kan worden doorgedaan naar de volgende stap. De handtekeningen zijn te vinden in de bijlage van het verslag.

-

4. Analyse fase

In dit hoofdstuk wordt de analyse uitgebreid beschreven aan de hand van de measure fase. Allereerst wordt het huidige proces geanalyseerd bij de kleurlijn door middel van een control chart om eventuele uitschieters te verwijderen uit de dataset. De dataset wordt daarna getrechterd door middel van een pareto analyse, om tot de belangrijkste oorzaak van afkeur te komen. Bij de belangrijkste oorzaken wordt individueel een control chart, probability plot en histogram geanalyseerd. De oorzaken worden opvolgend getoetst op de geformuleerde X'en van het meetplan. Op basis van cijfermatige en procesmatige gemeten data wordt de rootcause van het probleem geïdentificeerd.

De deelvragen van dit onderzoek zijn:

- Welke soort afkeur draagt het met meest bij aan het afkeurpercentage?
- Welke oorzaak heeft het meeste invloed op het probleem?

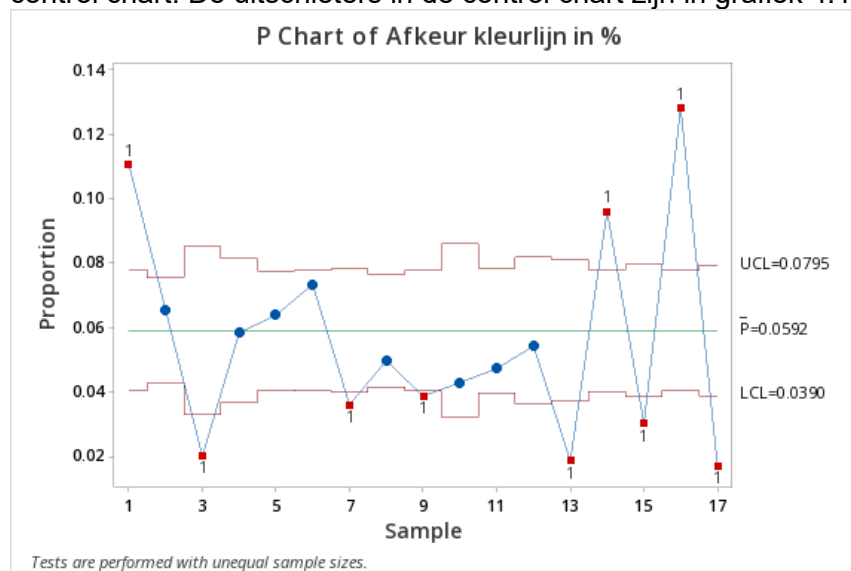
Aan het einde van het hoofdstuk worden de deelvragen beantwoord in een afsluitende paragraaf.

4.1 Control chart proces

Een control chart wordt gebruikt om de variabiliteit van een proces of variabele aan te duiden en te detecteren of er een probleem is met een proces of variabele. Deze grafiek biedt ook de mogelijkheid om de processen te verbeteren en stabiliseren. Door deze tools kunnen bedrijven hun processen verbeteren en stabiliseren.

In het onderzoek is gebruik gemaakt van een P chart doordat er sprake is van afgekeurde items. Daarnaast zijn de subgroepen niet constant waardoor er geen gebruik gemaakt kan worden van een NP chart. Vandaar dat de control chart wordt weergegeven in proporties/verhoudingen.

Om verbeteren door te voeren moet eerst worden gekeken of het proces stabiel. Met stabiel wordt bedoeld dat er normale variatie plaatsvindt in het proces. Bijzondere variatie zorgt ervoor dat het proces instabiel is. Bijzondere variatie zorgt vaak voor uitschieters in een control chart. De uitschieters in de control chart zijn in grafiek 4.1.1 rood weergegeven.



Grafiek 4.1.1: P-Chart of Afkeur kleurlijn in percentages

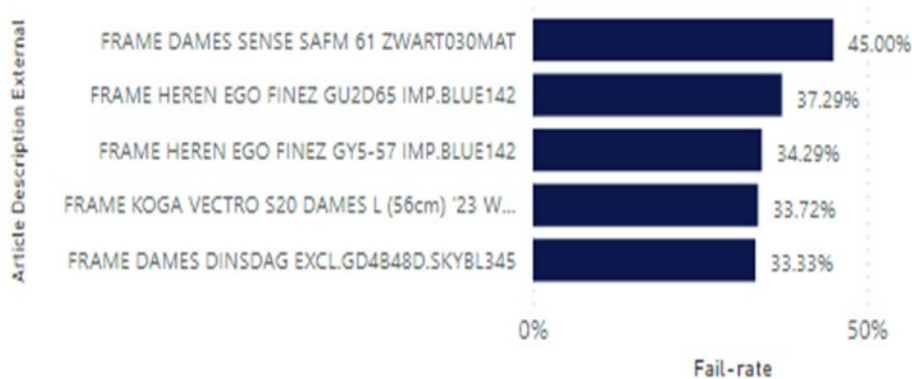
In grafiek 4.1.1 zijn uitschieters te herkennen aan de onder en boven de controle limiet. De lage punten onder de controle limiet worden geaccepteerd. Immers streeft de organisatie naar 0% afkeur. De uitschieters beneden de controle limiet zijn daarom in de dataset gelaten.

De punten boven de controle limiet zijn wel nader onderzocht om te bepalen of deze punten uit de dataset moeten worden verwijderd.

Als er wordt teruggekeken in de data is te zien dat er bij een frame soort veel wordt afgekeurd op deuken. Er zijn soorten frames met een erg hoog afkeurpercentage overzichtelijk in beeld gebracht in afbeelding 4.1.2. Dit valt te herleiden naar de dataset waarop de control chart is op gebaseerd. Op een order van 250 frames zijn dat maar liefst 75 frames afgekeurd op deuken.

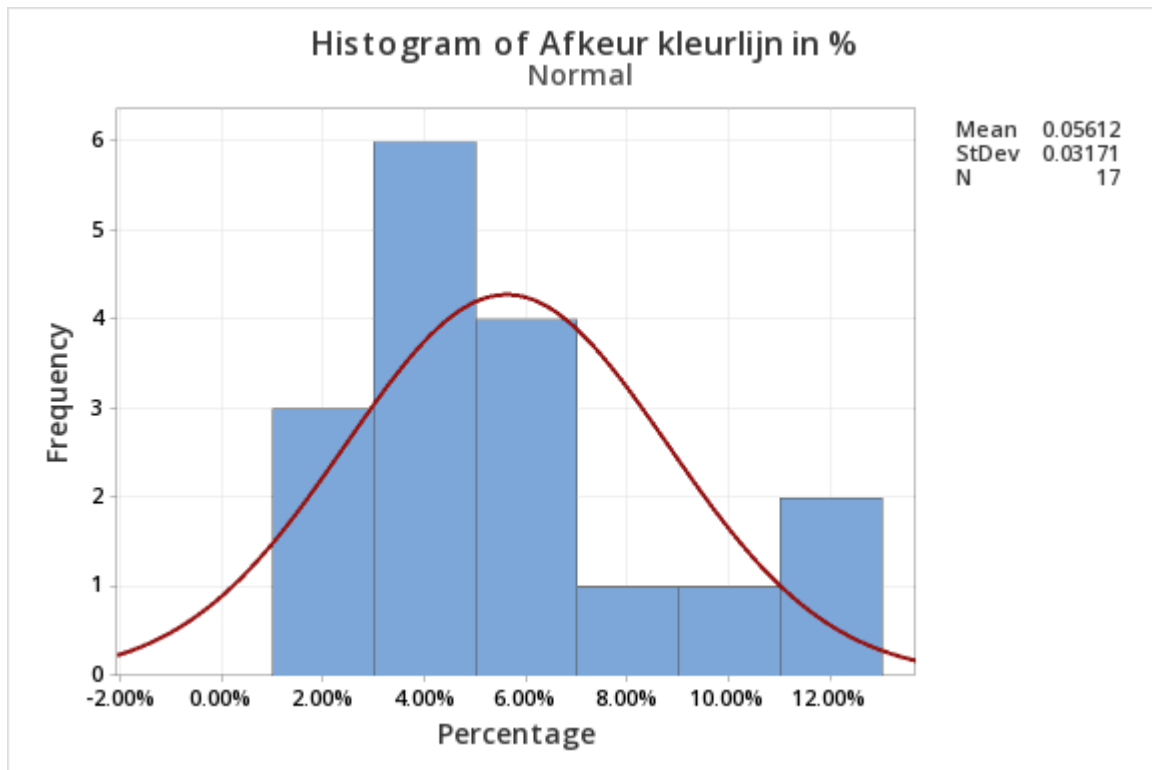
In overleg met het projectteam worden de punten in de dataset gelaten om de punten verder te analyseren in het proces. De uitschieters worden daarom geaccepteerd in de control chart in de grafiek 4.1.1.

Top 5 fail-rate by frame



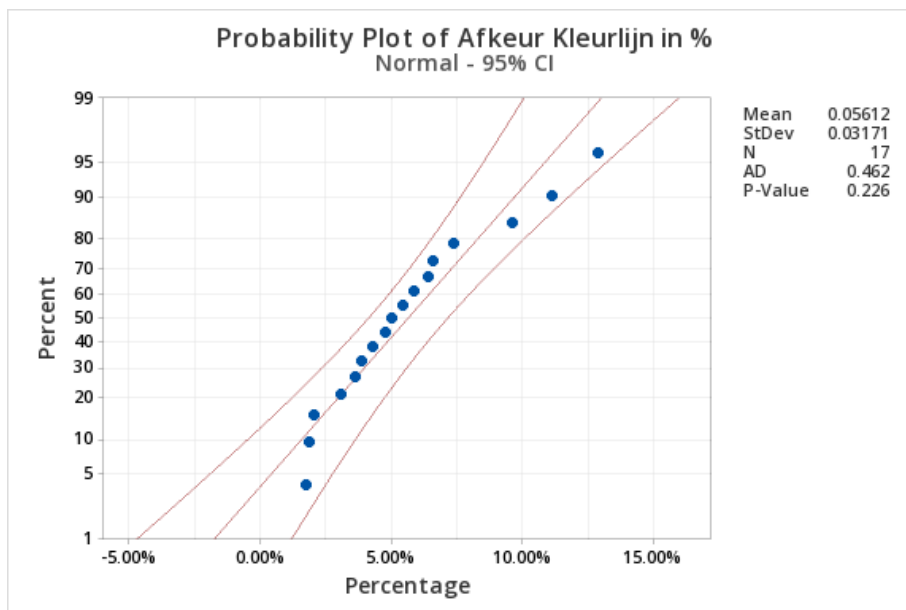
Figuur 4.1.2: Frames met een hoog afkeurpercentage

In de opgestelde histogram in de grafiek 4.1.3 word een brede en hoge lijn weergegeven Hieruit blijkt dat er weinig variatie plaatsvindt binnen het proces met betrekking tot het percentage van afkeur per dag bij de kleurlijn. De lijn is daarnaast ook gecentreerde wat betekent dat de cijfers normaal zijn verdeeld.



Grafiek 4.1.3: Histogram of Afkeur bij de kleurlijn in percentages

Als wordt gekeken naar de probability plot in grafiek 4.1.4 wordt het voorgaande verhaal opnieuw bevestigd. De P-waarde is namelijk hoger dan 0.05. Dit betekent dat de data normaal is verdeeld. Een waarde onder de 0.05 betekent namelijk dat de data niet normaal is verdeeld.



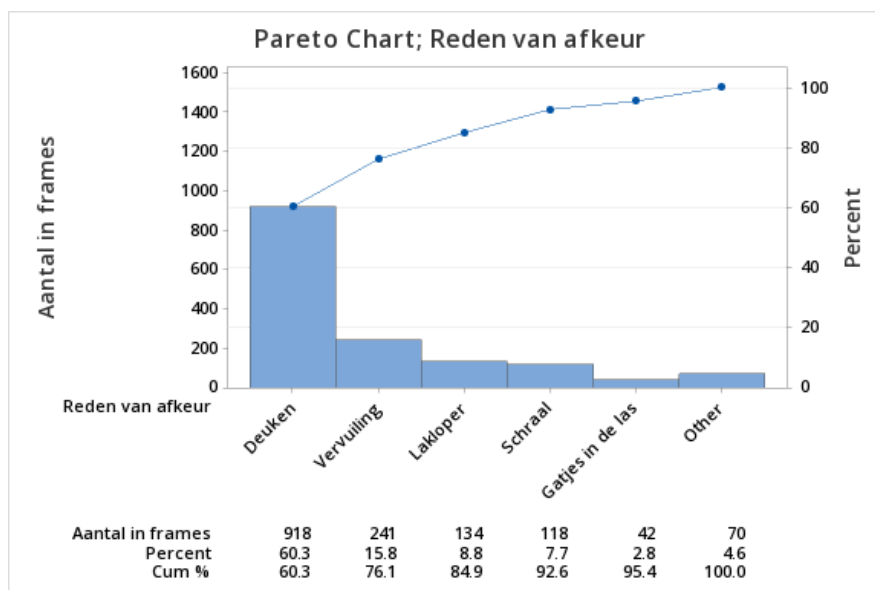
Grafiek 4.1.4: Probability Plot of Afkeur bij de kleurlijn in percentages

4.2 Pareto-analyse

Een Pareto analyse geeft een inzicht in de voornaamste oorzaken. In dit geval wordt de Pareto analyse gebruikt om de belangrijkste soort van afkeur in een proces te concluderen. De Pareto analyse wordt gebruikt. Omdat er in totaal 10 mogelijke redenen van afkeur zijn. De Pareto analyse is daarom een belangrijke tool die trechtert naar de voornaamste bron van afkeur. De omvang van het project wordt namelijk te groot als voor alle mogelijkheden van afkeur data moet worden verzameld. Het verzamelen van data met betrekking tot de invloed factoren is een tijdrovend proces. Door middel van een pareto analyse specifiek worden gekeken naar de hoofdoorzaak van de afkeur en kan gericht worden ingezet op het verbeteren van de doelstelling naar een maximaal percentage van 5%.

In een Pareto analyse is de voornaamste bron links weergegeven en de minste bron van afkeur rechts weergegeven. Doordat er meer dan 6 mogelijke redenen zijn van afkeur; is de laatste categorie samengevoegd tot overige redenen. Het idee van de Pareto analyse is dat 80% van de problemen zijn terug te leiden naar enkele belangrijke bronnen (20%). Dit wordt de 80-20 regel genoemd.

In de Pareto analyse is waar te nemen dat deuken en vervuiling verantwoordelijk zijn voor 75% van de totale afkeur. Dit komt overeen met de 80-20 regel namelijk 20% (2 van 10 soorten afkeur) zijn verantwoordelijk voor 80% van de schades. De oorzaken zijn voorgelegd aan het team en aan medewerkers van de ruw afdeling en lakkerij. Beide waren ervan overtuigd dat dit de meeste voorkomende redenen waren voor afkeur bij de kleurlijn. De percentages waren echter niet bekend en werden als schokkend ervaren. Daarnaast werd op basis van eigen ervaring en waarneming al snel duidelijk dat dit de meeste voorkomende redenen waren, echter bevestigd de pareto-analyse dit verhaal cijfermatig.



Figuur 4.2: Pareto Chart; Reden van afkeur

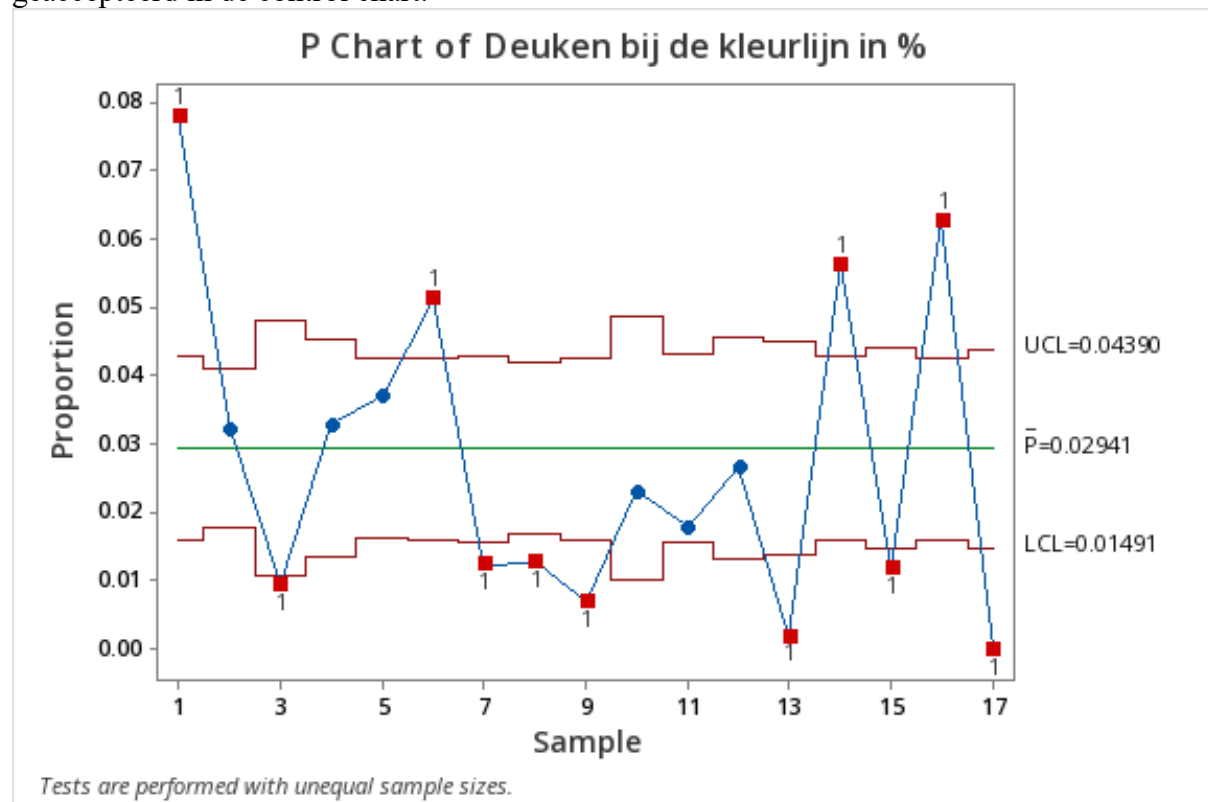
4.2.1 Conclusie Pareto Chart

Uit de data kan worden geconcludeerd dat deuken verantwoordelijk is zijn voor het grootste deel van de afkeur. Uit de opgestelde Pareto-chart, observatie en gesprekken met medewerkers kan daarom op basis van cijfers en proces worden getrechterd naar deuken. Met instemming van de kwaliteitscontroleur is daarom besloten specifiek het onderzoek te richten op deuken in de frames. Het team is hierover geïnformeerd door middel van het bespreken van de Pareto analyse in de dagstart.

Het afsluiten van de trechteranalyse wordt opgevolgd door een tweede steekproef die opzoek gaat naar de rootcauses van de vervuiling en deuken. De opzet van de nieuwe steekproef wordt in de volgende paragraaf verder beschreven.

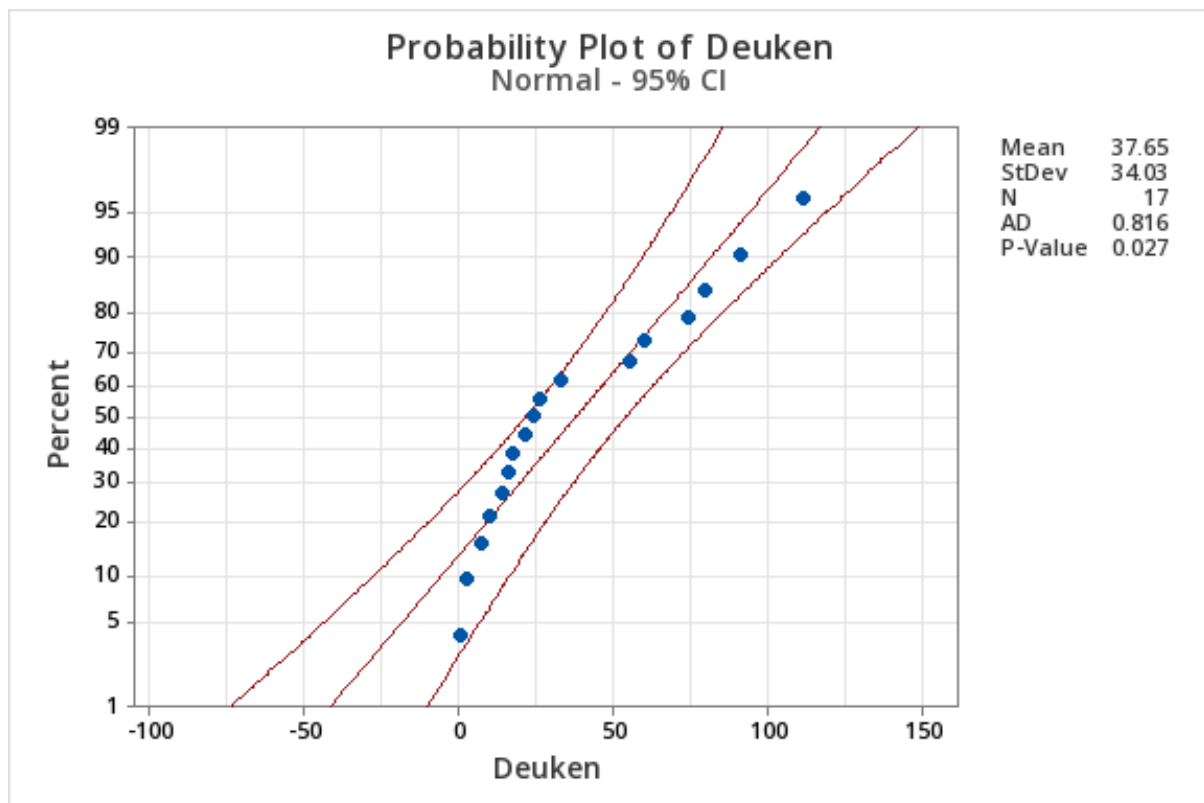
4.3 Analyse sub-Y

Om de sub-Y Deuken te analyseren zijn de gegevens van de Y control chart overgenomen om het proces van op basis van alleen de Sub-Y deuken te analyseren. In de grafiek 4.3.1 is waar te nemen dat de sub-Y verantwoordelijk is voor een groot aantal punten die niet in controle zijn. In paragraaf 4.1 is geconcludeerd dat dit ligt aan een vast aantal fietsframes en word geaccepteerd in de control chart.



Grafiek 4.3.1: Control chart voor sub-Y deuken

Om vast te stellen of de cijfers normaal zijn verdeeld is daarnaast opnieuw een Probability Plot opgesteld in grafiek 4.3.2



Grafiek 4.3.2: Probability Plot van sub-Y deuken

In de grafiek is waar te nemen dat de P-waarde hoger is als 0.05. Dit betekent dat de data van de sub-Y ook normaal is verdeeld.

4.4 Tweede steekproef

In tegenstelling tot de eerste steekproef wordt nu gebruik gemaakt van primaire data. Er wordt gebruik gemaakt van primaire data omdat secundaire data niet de mogelijkheid biedt om voldoende diepgang aan te brengen voor het identificeren van de rootcause. Vanaf het moment dat de frames binnenkomen tot na de de kleurlijn zijn er een aantal X'en geformuleerd om te onderzoeken waardoor de deuken zouden kunnen ontstaan. Er is gekozen om 128 frames te volgen gedurende het proces. Hiervoor is gekozen op basis van twee redenen:

1. Voor discrete data zijn minimaal 100 waarden benodigd om een oordeel te kunnen vellen.
2. 128 frames zijn in totaal twee volle karren met frames. Wanneer wordt gekozen voor meer is het lastiger de frames te volgen, daarnaast is het volgen van de frames een tijdrovend proces waarin elke stap het frame individueel moet worden nagekeken en gelabeld.

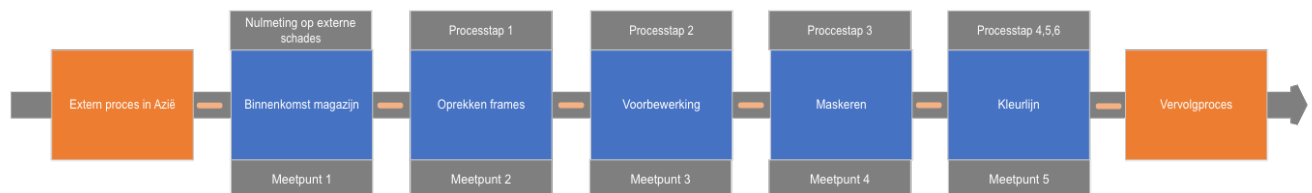
Voor de steekproef is een apart meetplan opgesteld in bijlage 6. De metingen worden verricht in 2 dagen tijd in samenwerking met de kwaliteitscontroleur om de validiteit van het proces te waarborgen. Voor de validiteit is daarnaast opnieuw een MSA attribute agreement analyses opgezet. De MSA is opgenomen in de bijlage 9. Uit de MSA blijkt dat het meetsysteem voldoet aan de voorwaarden van een acceptabel meetsysteem.

Het meten van de data begint bij binnenkomst in het magazijn doordat niet kan worden gekeken in het externe proces van de leverancier in Accell Azië. Daarna wordt een meting gedaan bij het oprekken van de frames voordat ze worden doorgegeven aan de voorbewerking. Na de voorbewerking worden de frames als derde stap gecontroleerd op schades. Als vierde stap worden de frames gecontroleerd na het maskeren. Tot slot worden de frames gecontroleerd na de kleurlijn.

Op basis van de visgraatdiagram en meetbare indicatoren is een lijst met X'en samengesteld. De X'en staan uitgebreid beschreven in de paragraaf "toelichting X'en" in hoofdstuk 2. De X'en worden hieronder nogmaals weergegeven.

- Aantal afgekeurde frames bij binnenkomst
- Aantal afgekeurde frames na het oprekken transportkar
- Aantal afgekeurde frames na het schuren
- Aantal afgekeurde frames na het maskeren
- Aantal afgekeurde frames na de kleurlijn

In afbeelding 4.4 is een schematisch weergave gegeven van het meten van de X'en in het proces. De laatste meting wordt gedaan op meerdere processtappen. Het is namelijk lastig de frames tussen de stappen door van de lopende band te halen en te controleren. Besloten is daarom aan het einde van de kleurlijn de meting te verrichten.



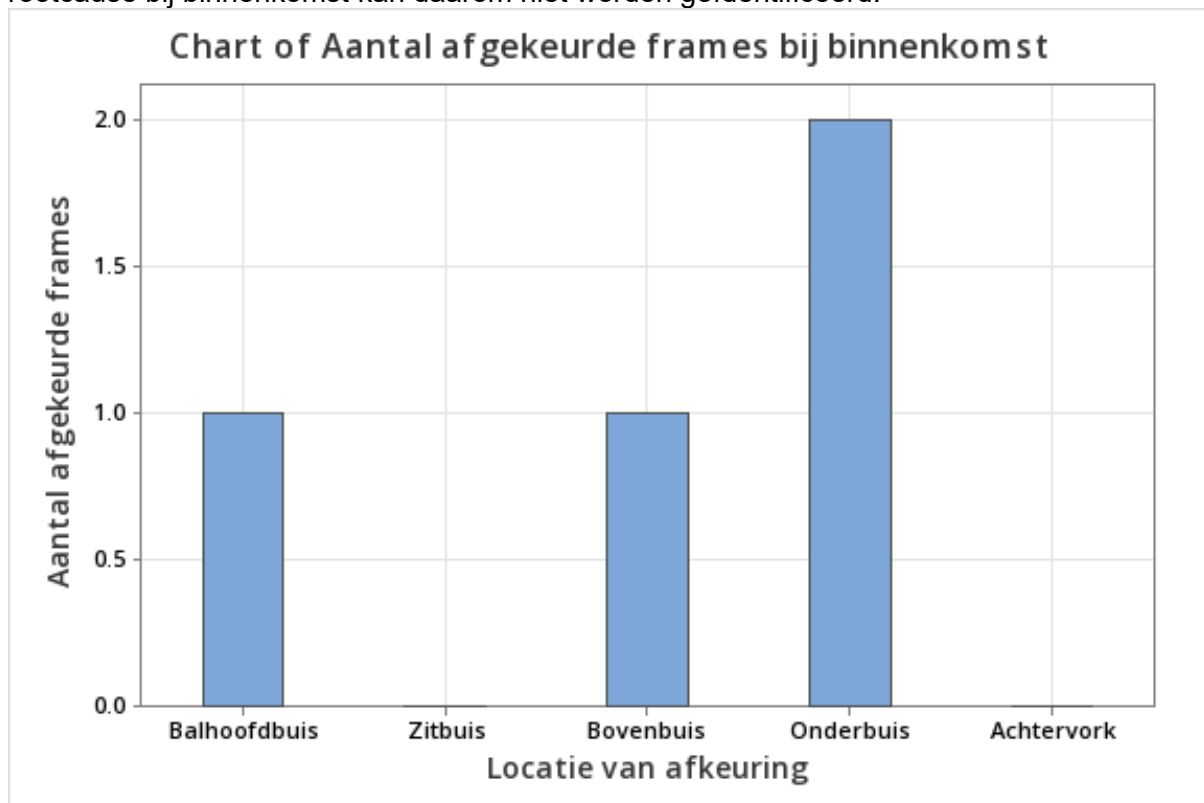
Afbeelding 4.4: Identificeren van X'en in het proces

4.5 Analyse potentiële X'en

In deze paragraaf worden de potentiële X'en geanalyseerd. Bij elke X wordt gebruik gemaakt van een staafdiagram, met daarbij het aantal afgekeurde frames en de locatie waar de deuk zich bevindt. Het doel van een staafdiagram is het overzichtelijk in beeld brengen van hoeveel schades zijn voortgekomen en waar deze schades zich bevinden om de rootcause te identificeren. De locatie heeft namelijk een belangrijke rol bij het identificeren van de rootcause van de schade. Gedurende het meten is daarom bijgehouden waar de schade zich bevindt op het frame. Tijdens het meten is daarom goed opgelet waar deuken kunnen ontstaan in het proces zodat de data kan worden ontleden na de metingen of dit overeenkomt met de metingen.

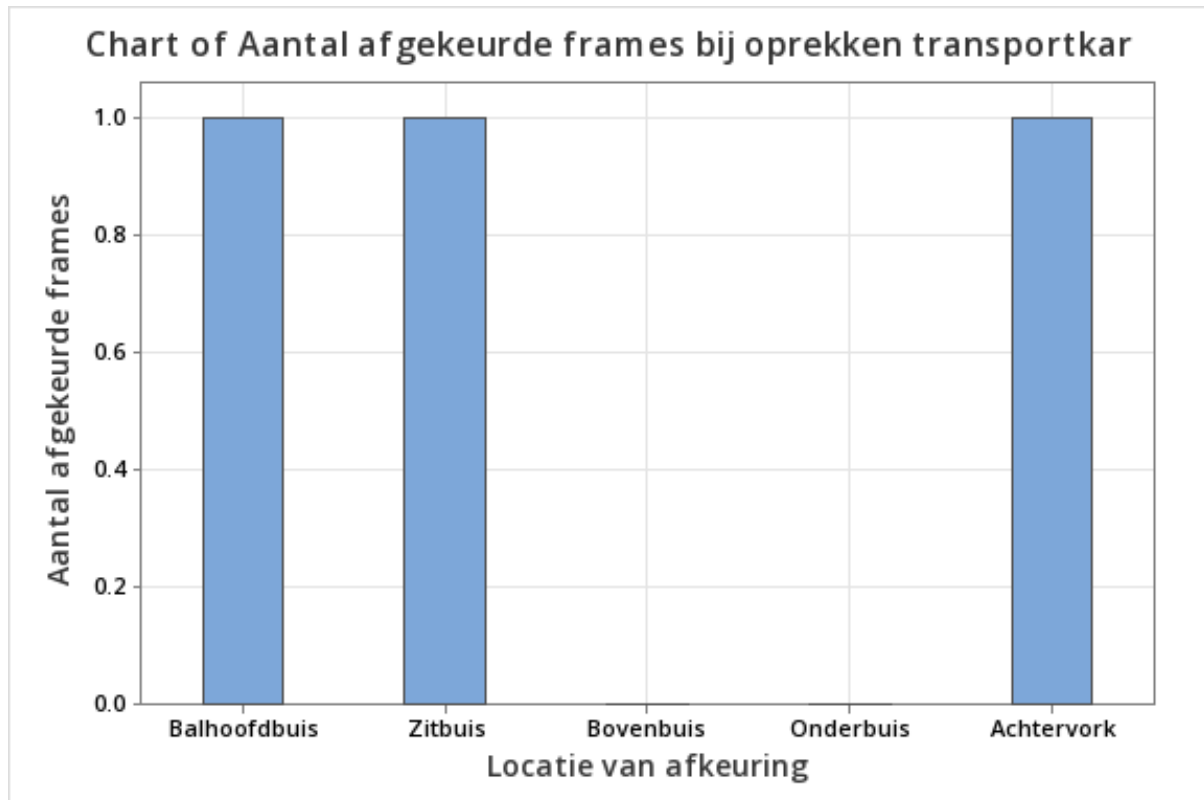
4.5.1 Potentiële X: Schade(s) na binnenkomst van frames

In staafdiagram is af te lezen dat bij de onderbuis de meeste schades zijn ontdek bij binnenkomst van de frames. Naast de schade op de bovenbuis zijn twee andere schades ontdekt op de bovenbuis en de balhoofdbuis. Tijdens het meten heb ik gezien dat er weinig risico's zich bevinden bij de binnenkomst van het frame. De frames worden voorzichtig ontvangen en uitgepakt. Hierbij kunnen geen deuken ontstaan op het frame. Het is daarom duidelijk dat er al deuken zich bevinden om het frame. Vooral op de onderbuis zijn in beide gevallen meerdere deuken te vinden. Doordat het externe proces onduidelijk is de organisatie is het lastig om een directe rootcause te identificeren in het externe proces. De rootcause bij binnenkomst kan daarom niet worden geïdentificeerd.



4.5.2 Potentiele X: Schade(s) na het oprekken van de frames op de transportkar

Bij de tweede stap het oprekken van de frames op karren worden de frames opgehangen de transportkarren. De frames wordt opgehangen met het balhoofdbuis of achtervork. In de grafiek is te zien dat er zodoende twee schades zijn ontstaan op deze locaties in plaats van de anderen locaties. De schades zijn mogelijk ontstaan door het ophangen van de frames aan de metalen buizen. Een andere mogelijkheid is dat de frames tegen elkaar zijn aangevallen wanneer ze werden teruggezet, dit zou ook meteen de reden kunnen zijn dat er schade is ontstaan de zitbuis. De frames staan op namelijk erg dicht op elkaar op de transportkar waardoor er makkelijk een frame wordt geraakt bij het oprekken van een ander frame.

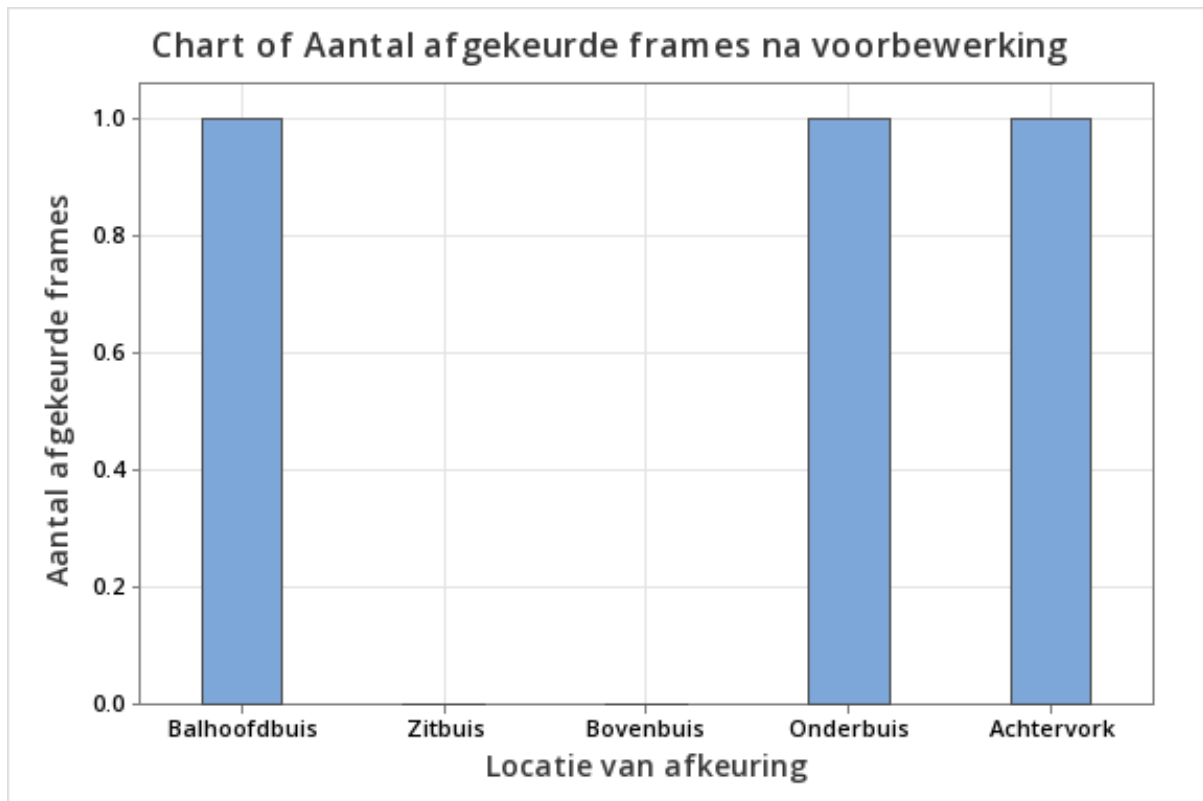


4.5.3 Potentiele X: Schade(s) na de voorbereiding

Bij de voorbereiding worden de frames opnieuw van de transportkar afgehaald en op de werkbank gelegd. De werkbank is uitgerust met verzacht materiaal waardoor de schade op onderbuis gedurende het schuren. Het schuren zou in praktijk een positief effect moeten hebben op de kwaliteit van de ruwe frames. Echter is te zien dat er drie schades zijn ontstaan op de frames. Op de balhoofdbuis, onderbuis en achtervork.

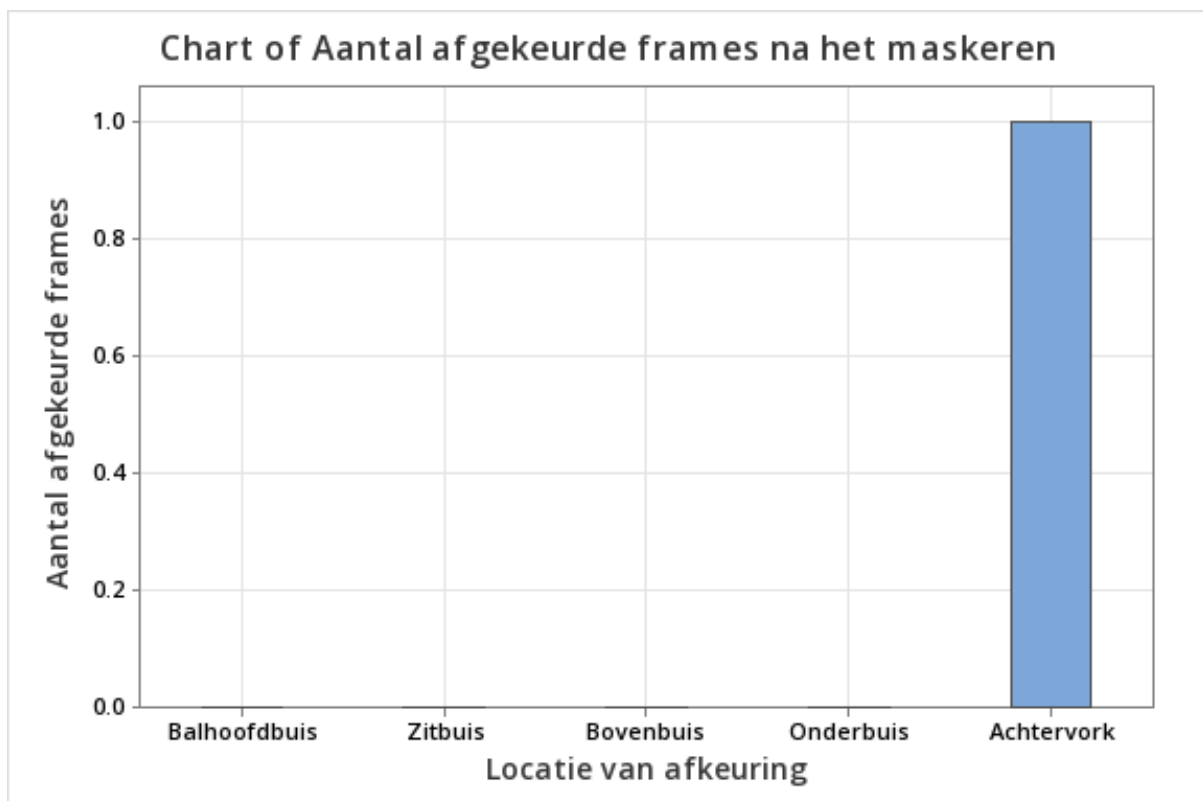
Na het voorbereiden wordt het frame teruggezet op de kar door middel van het balhoofd of de achtervork. De frames op de karren staan op deze kar opnieuw dicht tegen elkaar aan waardoor er een grote kans is op schade.

Daarnaast wordt ook duidelijk dat de al gemaakte deuken nog steeds waarneembaar zijn op de frame. Het bewerken van de frames heeft geen verminderend effect gehad op het aantal deuken. De extra stap heeft geleid tot meer deuken op de frames.



4.5.4 Potentiele X: Schade(s) na maskeren van de frames

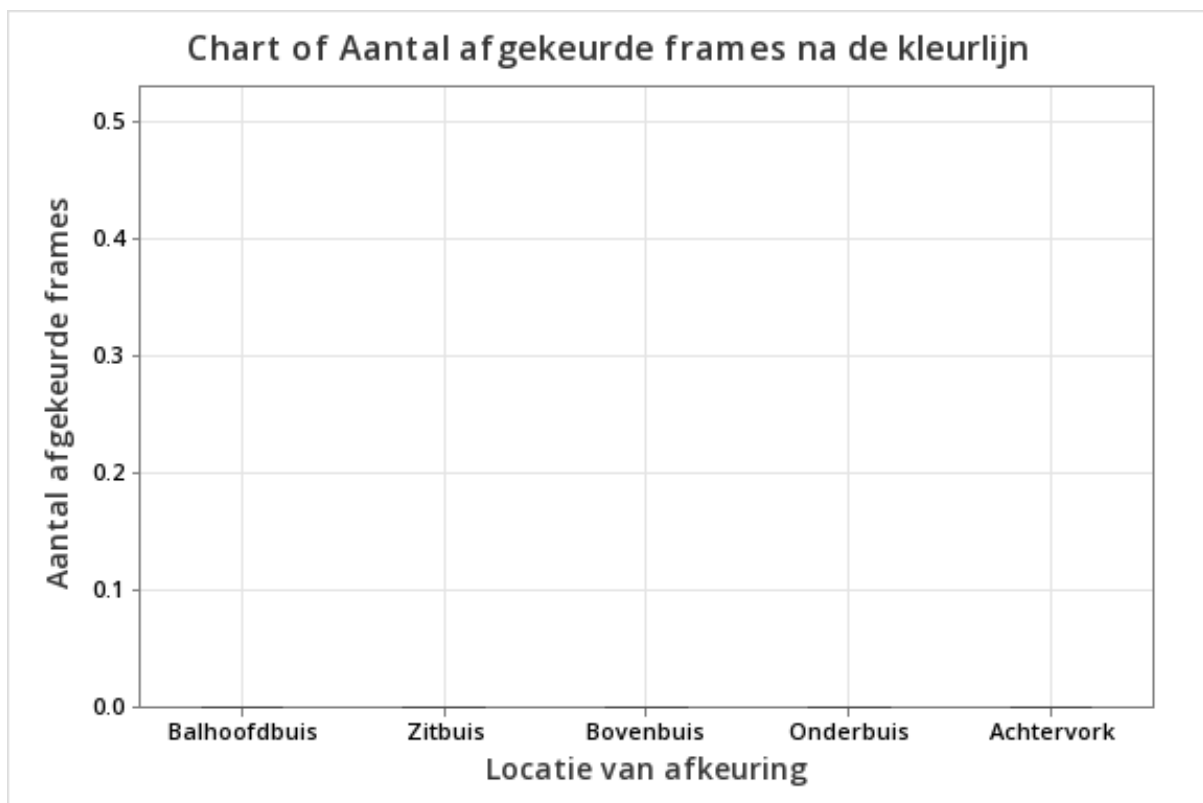
Voor het maskeren worden de frames opnieuw van de transportkar afgehaald en op een werkbank gezet om gemaskeerd te worden. Deze werkbank is niet uitgerust met zacht materiaal. Tijdens het maskeren wordt het frame vastgezet met de achtervork in een werkbank. Na het maskeren wordt het frame opnieuw met de balhoofdbuis of achtervork opgerekt op een transportkar.



4.5.5 Potentiele X: Schade(s) na kleurlijn frames

Bij de kleurlijn worden de frames opgehangen op de balhoofdbuis. Gedurende de kleurlijn komen de frames niet in aanraking met elkaar, er is namelijk genoeg ruimte tussen de haken. Het is daarom niet mogelijk dat de frames elkaar kunnen raken in de kleurlijn. Daarnaast worden er ook geen extra handelingen verricht die deuken kunnen veroorzaken. Aan het einde van de kleurlijn zijn de deuken nog steeds zichtbaar op het frame, de lak verdoezeld daarom de deuken op het frame niet.

Uit de data blijkt daarnaast ook dat er geen schades zijn ontstaan. Dit is af te lezen aan de staafdiagram. Het is duidelijk dat er amper tot geen schades ontstaan in de kleurlijn. Het is mogelijk dat er schades ontstaan op de balhoofdbuis wanneer de frames worden opgehangen aan een haak. In de steekproef is dit echter niet het geval. Op basis van de data en de observatie kan de kleurlijn worden uitgesloten als mogelijke rootcause.



4.5 VSM

4.6 Conclusie analyse X'en

Op basis van de metingen en observaties zijn de X'en in de voorgaande paragraaf ontleed. De X'en beïnvloeden het prestatieprobleem op verschillende manieren. Om de knelpunten en invloedsfactor overzichtelijk in kaart te brengen is een tabel opgesteld.

X'en	Knelpunt	Invloedsfactor	Vastgesteld
Binnenkomst	Verschillende schades op de frames	Extern proces	Meting
Oprekken	Verschillende schades op de frames	Transportkar	Observatie en meting
Vorbewerking	Geen verbetering van schades en schades	Vorbewerking en transportkar	Observatie en meting
Maskeren	Schade op de achternok	Werkbank of transportkar	Observatie en meting
Kleurlijn	Geen knelpunt	Geen invloedsfactor	Observatie en meting

In de tabel is af te lezen dat er vier knelpunten zijn met vijf invloedsfactor. Dit zijn de volgende vijf invloedsfactor

1. Het externe proces: bij binnenkomst van de frames zijn er al deuken zichtbaar op de frames. Dit betekent dat er al deuken zijn ontstaan voor het proces van de organisatie is begonnen.
2. De transportkar: bij het transporteren van de frames worden transportkarren gebruikt. De transportkarren bestaan uit staal en worden overmatig gevuld met frames. Dit leidt tot schades op verschillende plekken op de frames. Met name het balhoofdbuis en de achternok worden geraakt bij het transporteren van frames, doordat aan deze punten de frames worden opgehangen.
3. Vorbewerking: bij het vorbereken van de frames worden de frames bewerkt door schuurmachines om het uiterlijk en het aantal deuken te verminderen. Op basis van de data wordt echter kenbaar dat er geen verminderd effect is op het aantal deuken. In tegendeel komen er deuken bij op.
4. Werkbank: bij het maskeren van de frames worden er frames vastgezet op de werkbank, dit heeft mogelijk effect op het aantal deuken op de achternok.

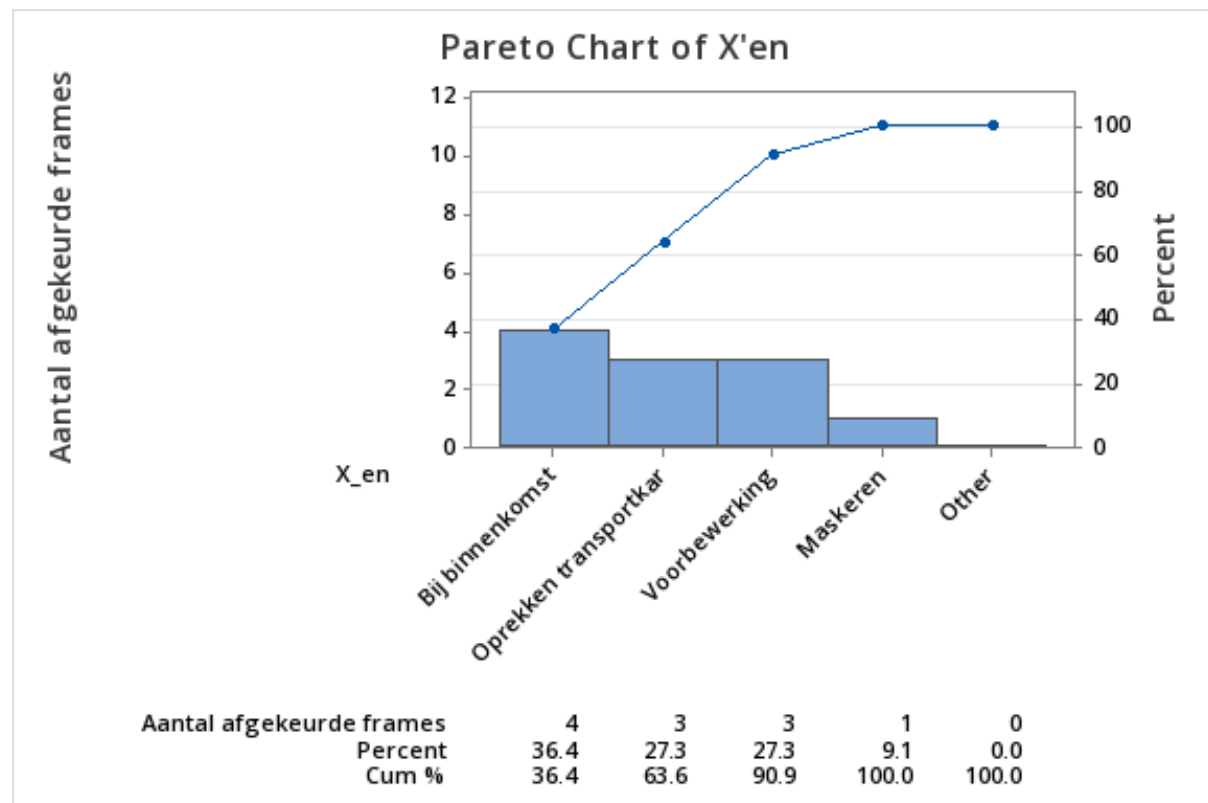
4.6.1 Kernoorzaken

Om erachter te komen welke X de meeste schade veroorzaakt aan het totaal aantal in deuken na kleurlijn is gekozen om een pareto analyse op te stellen. Een pareto analyse geeft een visuele weergave van het probleem waar. Op basis van de steekproef van 128 frames is er een analyse opgezet. Het aantal schades per X is weergegeven.

In de grafiek is waar te nemen dat de meeste schades al zijn ontstaan bij binnenkomst in het magazijn. Het externe proces van produceren en vervoeren is hiervan de hoofdoorzaak doordat de handelingen bij binnenkomst geen extra deuken worden gemaakt.

De tweede kernoorzaak is het oprekken van de frames bij de transportkar. Bij het oprekken zijn drie schades ontstaan, dit komt neer op 2,3% van de populatie. Daarnaast wordt er meerdere keren opgerekt bij de andere X'en waardoor het oprekken van de frames waarschijnlijk geldt voor meer schades.

De derde kernoorzaak die gelijk staan aan het oprekken van de frames is de voorbereiding van de frames. Het aantal afgekeurde frames bij het voorbereiden van de frames is ook gelijk aan 2,3% van de populatie.

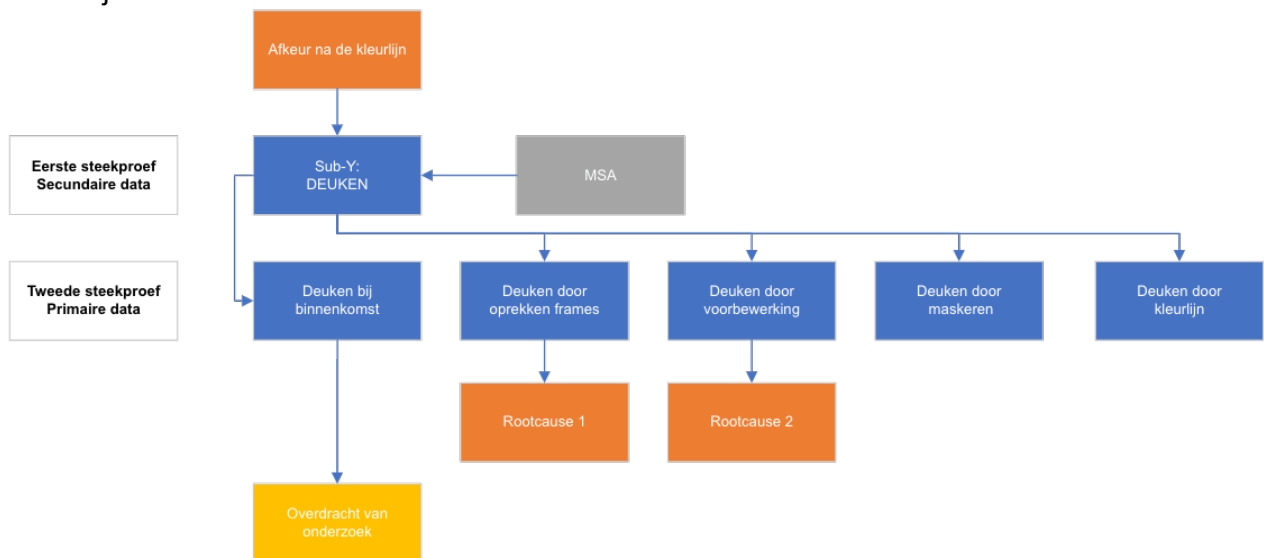


4.7 Afsluiting analyse fase

In het begin van de analyse fase is de Y van het project geanalyseerd met behulp van secundaire data. Uit de data kwam voort dat de controleurs bij de kleurlijn die de gehele populatie van frames voor een periode van drie weken hebben bijgehouden in een kwaliteitssysteem. De data gaf inzicht in de voornaamste reden van afkeur namelijk, het aantal deuken dat ontstaat in het proces.

Het trechteren naar de voornaamste reden heeft ervoor gezorgd dat er een grondig onderzoek kon worden gedaan naar de rootcause van het prestatieprobleem. Zo is in twee dagen tijd een tweetal volle karren frames gevolgd door alle processtappen. Na elke processtap zijn de frames gecontroleerd op schades waardoor een concreet beeld kon worden geschept van het ontstaan van de schades.

Na de metingen en besprekingen met het team kwam naar voren dat de oprekken van de frames en de voorbereiding van de frames het meest invloed heeft op het aantal deuken in de frames. Dit is vastgesteld aan de hand van een pareto-analyse waarbij werd aangekaart dat er bij binnenkomst de meeste schades ontstaan.



Afbeelding 4.7: Schematische samenvatting van de analyse fase

Daarnaast kan er antwoord worden gegeven op de volgende deelvragen van het onderzoek:

- Welke soort afkeur draagt het met meest bij aan het afkeurpercentage?

De soort afkeur die het meest bijdraagt aan het afkeurpercentage zijn de deuken in de frames. Dit is vastgesteld aan de hand van een Pareto-chart.

- Welke oorzaak heeft het meeste invloed op het probleem?

De oorzaak die het meeste invloed heeft op het probleem zijn de het oprekken van de frames op de transportkar en de voorbereiding van de frames. Dit is vastgesteld door een Pareto-chart.

De analysefase is in de afbeelding hieronder uitgewerkt op basis van een schematische weergave.

4.8 Tollgate

Opmerkingen van het team:

- De transportkarren zijn mogelijk de hoofdoorzaak van op basis van dit onderzoek. In de montage is een ander soort transportkar mogelijk is dit een interessant iets om te bekijken (Kwaliteitscontroleur)
- Er is daarnaast een iemand aangenomen voor de overkoepelende organisatie die bezig gaat met de kwaliteit van de frames. Deze persoon is mogelijk erg geïnteresseerd in deze bevindingen. (Operationsmanager)
- De vervuilingscijfers geven aan dat er mogelijk een verband ligt tussen schoonmaakrooster en de stijgende lijn van vervuiling naarmate de week duurt. Zijn er meerdere invloedsfactor meegenomen om te zien of het ook door mogelijke andere factoren kan komen. (Quality engineer)
- Resultaten meer verdieping geven wat betreft de doelstelling. Hoe kan worden verbeterd op deze punten aan de hand de resultaten. (Champion)

Rol betrokken personen:

- F. Faber (Kwaliteitscontroleur): heeft meegeholpen met identificeren van de X'en in het proces en het informeren van de medewerkers over het onderzoek.
- D. de Haan (Operationsmanager): geïnformeerd over de opgestelde control chart
- F. van Wonderen (Quality Engineer): meegeholpen met het plannen van het onderzoek.
- M. Hatt (Champion): geïnformeerd over de resultaten van het onderzoek en de resultaten overgedragen naar de overkoepelende organisatie.

(Vrijwaring; F. Faber heeft in deze periode zijn functie van hoofd teamleider naast zich neergelegd en heeft de functie van kwaliteitscontroleur aangenomen, in het vervolg van het onderzoek is een nieuwe teamleider toegevoegd aan het projectteam)

De vier personen hebben die hebben meegewerkt aan de fase hebben allemaal hun handtekening gezet onder het formulier. Dit betekent dat kan worden doorgegaan naar de volgende stap. De handtekeningen zijn te vinden in de bijlage van het verslag.

-

5.Improvement fase

In de analyse fase zijn er twee rootcauses voor het probleem geconcludeerd. De rootcauses wordt hieronder nog een keer in beeld gebracht.

Rootcause 1: Het terugzetten van de frames op de transportkar draagt het meest bij aan de hoeveelheid deuken in het interne proces.

Rootcause 2: Na het processtap schuren is er duidelijk een verhoging van deuken in de frames, dit ontstaat door het niet effectief schuren van de frames

Met behulp van het projectteam wordt er gekeken naar mogelijke oplossingen voor de bovenstaande rootcauses. Dit heeft de projectleider gedaan door bij ieder lid apart langs te gaan en de resultaten van de analyse fase voor te leggen. Vervolgens heeft de projectleider de tijd gegeven aan het teamlid om een mogelijke oplossing te formuleren. De mogelijke oplossingen zijn opgenomen in dit hoofdstuk, met behulp van het PICK-schema zijn daarna een tweetal oplossingen uitgevoerd met behulp van het implementatieplan. Tot slot wordt er opnieuw een VSM opgesteld om te laten zien hoe het proces eruitziet bij de uitgevoerde oplossingen.

In dit hoofdstuk worden de volgende deelvragen beantwoord:

- Welke oplossingen kunnen er worden gebruikt om het proces te verbeteren?
- Op welke manier kunnen de oplossingen worden geïmplementeerd?
- Wat voor effect hebben de oplossingen gehad?

5.1 Oplossingsrichtingen

Zoals aangegeven is bij ieder teamlid langsgegaan met de resultaten van de analyse fase. De resultaten zijn daarin kort toegelicht door de projectleider. Na de toelichting van de analyse fase is gevraagd om mogelijke oplossingen voor de rootcauses te bedenken. Er is bewust voor gekozen elk teamlid apart te benaderen met de resultaten van de analyse fase om het groepsdenken te verminderen en meer oplossingen te verwerven. Ieder teamlid daarna de tijd gekregen om voor elke rootcause een oplossing te bedenken. Zodoende zijn er een aantal mogelijke oplossingen gevonden.

De oplossingen zullen per rootcause worden weergegeven. In de tabel 5.1 staan de oplossing overzichtelijke weergegeven.

Maandag 23-1-23	Verzameling brainstorm oplossingen
------------------------	---

M.Hatt	Oplossingsrichting
1.	Verbeteren van transportkarren, door middel van het gebruik van verzachtend materiaal
2.	Geven van een mogelijke toolbox/instructie
D. de Haan	Oplossingsrichting
1.	Een test opstellen waar kan worden gekeken wat voor invloed een kar met minder frames heeft op het aantal deuken dat er uitkomt
2.	Een test opstellen met en zonder schuren om te kijken naar de toegevoegde waarde van het schuren.
Van Wonderen	Oplossingsrichting
1.	Mogelijke het verminderen van hoe vaak een frame van de kar af moet
2.	Beter aangeven waar hoort worden geschuurd, daarop een hitbox schema maken
F. Faber	Oplossingsrichting
1.	Minder frames op een kar zetten zodat er minder tegen elkaar kan worden gebotst.
2.	Het zandstralen van de frames in plaats van het schuren van de frames
B. Colenbrander	Oplossingsrichting
1.	Naar een alternatief zoeken voor de methode van het verplaatsen van frames op karren, daar de terugverdiendtijd op berekenen
2.	Het elimineren van het schuren, wat voor effect heeft dit op het aantal deuken?
J. Dijkstra	Oplossingsrichting
1.	Testen van minder frames op een kar, door middel van twee groepen
2.	Het elimineren van het schuren door middel van het zandstralen van de frames.

Uit de tabel is af te leiden dat een aantal oplossingen met elkaar overeenkomen. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de mogelijke oplossing kan worden verkleind tot een aantal oplossingen. In de volgende subparagraaf is per rootcause een lijst samengesteld met gedefinieerde oplossingen die kort beschreven staan aan de hand van de impact.

5.2 Oplossingen

In deze paragraaf worden de oplossingsrichtingen van de vorige paragraaf worden de oplossingsrichtingen gedefinieerd naar oplossingen. Daarna wordt de impact van de oplossing opgemaakt waardoor een PICK-schema kan worden opgesteld om de verbeteracties te selecteren en uit te voeren. Op deze manier kan op een schematische wijze worden geconcludeerd welke oplossingen mogelijk het meeste invloed hebben op het verminderen van het aantal deuken in het productieproces.

De paragraaf is opgedeeld in rootcause 1 en rootcause 2. Beide rootcauses worden uitzonderlijk behandeld met behulp het verkleinen van de oplossingsrichtingen naar oplossingen, het beargumenteren van de impact en een PICK-schema om naar de meest impactvolle oplossing te trechteren.

5.2.1. Rootcause 1:

In paragraaf 5.1 is een verzameling van oplossingsrichtingen opgesteld. In deze subparagraaf zijn de oplossingen samengevat tot een aantal oplossingen. De oplossingen zijn in tabel 5.2.1 weergegeven.

Rootcause 1	Oplossing
1.	Gebruiken van verzachtend materiaal op de transportkar
2.	Een test opstellen met minder frames op een kar
3.	Terugverdiendtijd alternatief op een transportkar berekenen

Tabel 5.2.1: Oplossingen voor rootcause 1

1. Verzachten karren in de ruwafdeling

Het verzachten van de transportkarren is een oplossing die gericht is op het verminderen van deuken, wanneer frames worden teruggezet op de kar. De frames worden tegen metalen buizen gezet. Het terugzetten op hard materiaal kan mogelijk meer schade veroorzaken als zacht dempend materiaal. Het idee is dat het verzachtend materiaal de frames meer beschermt. In de montage worden al dempend materiaal gebruikt voor de karren. De oplossing is gemakkelijk inzetbaar om als test te draaien. Echter is de verwachting dat de frames alsnog tegen elkaar aan vallen. Dit leidt mogelijk alleen tot minder schade aan het balhoofd en de achtervork doordat het verzachtend materiaal alleen deze kanten opvangt.

2. Minder frames op transportkar

Deze oplossing kwam een aantal keer terug in de brainstormsessie. Er kwam vaak naar voren dat de frames vaak erg dicht tegen elkaar aan zitten. Dit zorgt ervoor dat de frames vaak elkaar raken bij het terug zetten. Het idee achter deze oplossing is dat er meer ruimte tussen de frames is er minder makkelijk frames tegen elkaar aan vallen. De verwachte impact hiervan is dat er minder deuken gaan ontstaan op de frames. De impact is daarom hoogstwaarschijnlijk erg groot.

Echter heeft dit wel een negatieve invloed op de implementeerbaarheid. Het is onzeker of het vervoeren van het aantal frames lukt. Er zijn namelijk meer karren benodigd voor hetzelfde aantal frames. Echter is de impact erg groot waardoor een mogelijk alsnog een positief effect kan hebben.

3. Terugverdientijd alternatief op een transportkar berekenen

Om de mate van implementatie te meten is deze besproken met leden van het managementteam, in andere fabrieken wordt namelijk al gebruik gemaakt van een ander soort kar. De andere transportkar biedt de mogelijkheid tot meer ruimte voor het frame. Echter is er op dit moment geen geld om hierin te investeren volgens dhr. de Haan en dhr. Hatt. Er zijn een aantal andere projecten die vooraan krijgen met betrekking tot investeringen van het budget. Het implementeren van de oplossing is scoort laag.

De impact van de oplossing wordt daarentegen erg hooggeschat de andere fabrieken hebben nog nauwelijks last van problemen met betrekking tot deuken.

PICK-schema oplossingen

De besproken oplossing in de subparagraaf hiervoor worden geplaatst in een PICK-schema. Dit zijn de volgende oplossingen op een rij:

Rootcause 1	Oplossing
1.	Gebruiken van verzachtend materiaal op de transportkar
2.	Een test opstellen met minder frames op een kar
3.	Berekenen van een alternatief op transportkar

Tabel 5.2.1.2: Oplossingen voor Pick schema rootcause 1

PICK-schema: Rootcause 1



Uit het schema valt af te lezen dat oplossing 3 niet zal worden gekozen. Het berekenen van de terugverdiensijd van een alternatieve kar, zal weinig tot geen impact hebben voor de komende jaren doordat er geen budget beschikbaar is. Het is daarom ook niet implementeerbaar op korte termijn.

Oplossing 1 is mogelijk een die op een ander moment kan worden geïmplementeerd. De impact is op dit moment te laag mede doordat het alleen de balhoofden en achternorken beschermt. Mogelijk is dit op een oplossing die kan worden geïmplementeerd wanneer er tijd en geld beschikbaar is om alle transportkarren te verzachten.

De voorkeur in het PICK-schema gaat uit naar oplossing 2. Bij oplossing twee wordt een hoge impact verwacht, doordat het focust op alle locatie schades. Het implementeren van de oplossing is daarentegen een stuk lastiger waardoor is gekozen om eerst test te doen.

5.2.2 Rootcause 2:

In paragraaf 5.1 is een verzameling van oplossingsrichtingen opgesteld. In deze subparagraaf zijn de oplossingen samengevat tot een aantal oplossingen. De oplossingen zijn in tabel 5.2.2 weergegeven.

Rootcause 2	Oplossing
1.	Geven van een toolbox met betrekking tot schuren
2.	Test zonder het schuren van de frames
3.	Het zandstralen van de frames

Tabel: 5.2.2: Oplossing per rootcause

In de volgende subparagraaf worden de oplossingen individueel behandeld per impact en implementeerbaarheid.

1. Geven van een toolbox met betrekking tot schuren

Deze oplossing moeten schuurders helpen bij het schuren van de frames. Het gaat in dat geval vooral om waar geschuurd moet worden om bij te schuren op fouten. Het is belangrijk om in te zien waar de fouten zich bevinden zodat deze kunnen worden voorkomen om minder deuken in het productieproces te krijgen. Echter is de verwachting dat de impact erg laag is, de schuurders hebben al weinig tijd voor een frame waardoor het lastig is alles zo goed mogelijk bij te schuren. Vaak wordt eerder geschuurd op uiterlijk dan deuken. Het implementeren gaat daarentegen ook hand in hand met gedragsverandering, de uitkomst van de toolbox is afhankelijk van de houding van de schuurders.

2. Test zonder het schuren van de frames

Een oplossing zou kunnen zijn om de frames niet meer te laten schuren en het processtap te verwijderen uit het proces. Door de frames niet meer te laten schuren kan ervoor worden gezorgd dat de frames niet nog een keer van de transportkar worden gehaald. Daarnaast kunnen de frames ook niet worden beschadigd op de schuurtafel. De impact daarentegen van deze oplossing is moeilijk in te schatten, volgens het team worden er ook vaak veel fouten vooraf uitgehaald.

Hierdoor werd duidelijk dat er weinig draagvlak was om hierin iets uit te rollen. Er waren enkele frames beschikbaar die konden worden voorbereid voor een test. Echter waren dit niet geschikte frames voor een grootschalige test. De implementeerbaarheid is daarom zeer laag voor deze oplossing.

3. Het zandstralen van de frames

Deze oplossing biedt een alternatief voor het schuren van de frames. Op dit moment worden de frames geschuurd met schuurmachines. Zandstraling is een alternatief op de schuurmachine. Met zandstraling worden onder hogedruk gritkorrels tegen het frame aangeblazen. Dit heeft als voordeel dat het oppervlak al glad is, waardoor er niet meer voor het uiterlijk hoeft worden geschuurd. Daarnaast moet zandstraling ook ervoor dat er minder deuken worden aangetroffen op de frames. De impact is daarom zeer hoog.

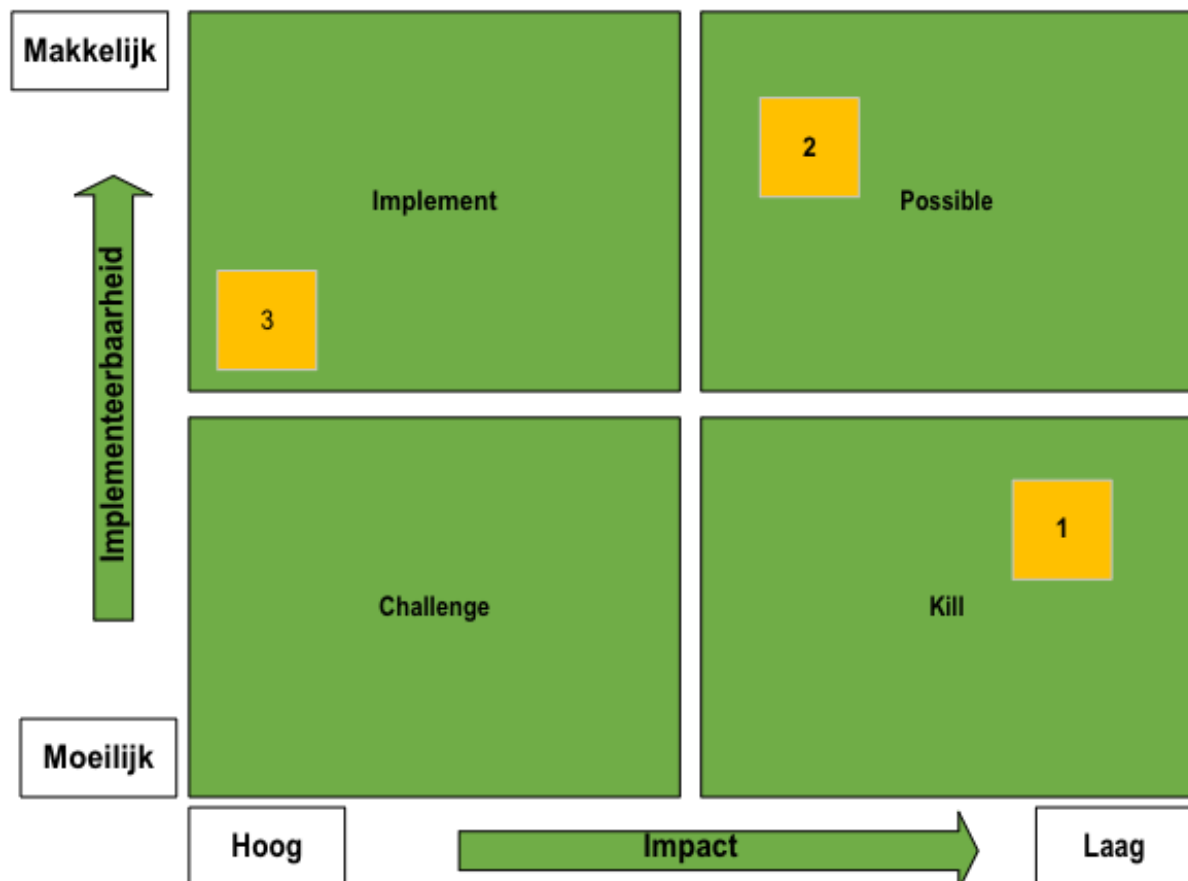
De implementeren van de oplossing is daarnaast ook mogelijk in de vorm van een test. De organisatie beschikt over de methode, echter nog niet op grote schaal waardoor een test een meest voor de hand liggende methode is om de oplossing door te voeren. De implementeerbaarheid is daarom gemiddeld.

De besproken oplossing in de subparagraaf hiervoor worden geplaatst in een PICK-schema.

Dit zijn de volgende oplossingen op een rij:

Rootcause 2	Oplossing
1.	Geven van een toolbox; met belangrijkste plekken waar geschuurd moet worden
2.	Een test opstellen waarbij niet wordt geschuurd
3.	Het zandstralen van de frames in plaats van schuren

PICK-schema: Rootcause 2



Uit het schema valt af te lezen dat oplossing 1 niet zal worden gekozen. Het geven van een toolbox is niet de oplossing met het gewenste effect, daarnaast de oplossing sterk afhankelijk van een grote gedragsverandering en houding van de schuurders. Het team was het daarnaast ook eens dat de oplossing waarschijnlijk niet voldoet aan het gewenste effect.

Oplossing 2 is mogelijk een die op een ander moment kan worden geïmplementeerd. De impact is op dit moment te laag mede doordat er ook op uiterlijk wordt geschuurd, dit wordt is niet meegenomen in het onderzoek. Duidelijk werd dat hierin veel meningen verschillen waardoor de implementeerbaarheid daarnaast ook zeer gering is.

De voorkeur in het PICK-schema gaat uit naar oplossing 3. Bij oplossing drie wordt een hoge impact verwacht, doordat het uiterlijk van de frames intact blijft, daarnaast worden mogelijk de deuken verminderd. Het implementeren van de oplossing is mogelijk op kleine schaal op korte termijn, het implementeren van het gehele proces is meer een lange termijn project waarbij beslissingen moeten worden gemaakt over het opnieuw inrichten van het proces.

5.3 Implementatieplan

In deze paragraaf wordt het implementatieplan besproken. Er wordt besproken hoe de oplossing moeten worden geïmplementeerd. Er is voor beide oplossingen een implementatieplan opgezet deze worden apart van elkaar uitgelegd.

5.3.1 Implementatieplan rootcause 1

Voor de oplossing voor rootcause 1 is een implementatieplan geschreven. De eerste stap was de test bespreken met de teamleider. Welke personen worden aangeschreven om mee te helpen, wat is benodigd voor de test en wie zijn benodigd voor de test.

Vervolgens in stap 2 heeft de teamleider de operationele medewerkers ingelicht dat er een test plaatsvindt op drie februari met minder frames op een kar. In stap 3 heeft de projectleider een tweetal karren gemarkeerd voor de test die zijn aangewezen om gebruikt te worden.

De test is de dag erna uitgevoerd in samenwerking met de projectleider, de teamleider en de operationele medewerkers. De resultaten zijn daarna gemeten aan door de projectleider. De projectleider heeft de resultaten daarna uitgewerkt en verspreid onder de teamleider en medewerkers.

<i>Oplossing stappenplan</i>	<i>Uitgevoerd door</i>	<i>Betrokken</i>	<i>Deadline</i>	<i>Uitgevoerd op</i>	<i>Voltooid</i>
Test met minder frames op een transportkar					
Informeren kwaliteitscontroleur en teamleider over test	Projectleider	G. Koning en I. Bozer		01-feb	
Medewerkers informeren over test bij binnenkomst frames	Teamleider	Operationele medewerkers		01-feb	
Karren klaarzetten met testbriefjes	Projectleider			02-feb	
Uitvoering van test door het proces	Projectleider en kwaliteitscontroleur	Operationele medewerkers		03-feb	
Metten van de waardes	Projectleider			03-feb	
Resultaten uitwerken en mededelen	Projectleider		10-feb	06-feb	

5.3.2 Implementatieplan rootcause 2

Voor de oplossing voor rootcause 2 is ook een implementatieplan geschreven. De eerste stap is het plaatsen van een order voor gezandstraalde frames. De organisatie heeft namelijk niet altijd de frames gezandstraald kunnen worden op voorraad. De medewerkers zijn een dag voor de test geïnformeerd over een nieuwe voorraad gezandstraalde frames die moet worden geproduceerd, dit is in samenwerking gedaan met de kwaliteitscontroleur.

Bij ontvangst hebben de magazijn medewerkers de projectleider ingelicht zodat de frames konden worden gecontroleerd bij ontvangst. De order is daarna ingepland en kon worden uitgevoerd op 3 februari in samenwerking met de kwaliteitscontroleur. De projectleider heeft daarna de resultaten opgeschreven, uitgewerkt en verspreid.

<i>Oplossing stappenplan</i>	<i>Uitgevoerd door</i>	<i>Betrokken</i>	<i>Deadline</i>	<i>Uitgevoerd op</i>	<i>Voltooid</i>
Test met gezandstraalde frames					
Plaatsing van order zandstraalde frames	Operationsmanager en kwaliteitscontroleur			23-jan	
Informeren medewerkers ruw magazijn voor test	Projectleider en kwaliteitscontroleur		30-jan	30-jan	
Ontvangen frames in magazijn	Operationele medewerkers	Projectleider		31-jan	
Controleren van frames	Projectleider en kwaliteitscontroleur			31-jan	
Uitvoeren test	Projectleider en kwaliteitscontroleur			01-feb	
Resultaten opschrijven, uitwerken en mededelen	Projectleider			02-feb	

5.4 Uitgevoerde oplossingen

De uitgevoerde oplossingen worden in deze paragraaf besproken. De geïmplementeerde oplossingen zullen worden besproken, dit bestaat uit de test met minder frames op een kar en de test met gezandstraalde frames.

5.4.1 Test met minder frames op een transportkar

In het implementatieplan is af te lezen dat de test is afgerond op 3 februari. In afbeelding is een foto weergegeven van de test.

De test is uitgevoerd op vrijdag 3 februari in samenwerking met de teamleider en operationele medewerkers. Een aantal dagen ervoor is de test voorbereid en medegedeeld aan eerst de teamleider en daarna de medewerkers.

De projectleider heeft de dag voor de test de karren klaargezet met gemarkeerde test briefjes. Aan het begin van de werkdag is de projectleider van start gegaan. De medewerkers hebben de karren volgeladen nadat de projectleider en de kwaliteitscontroleur de frames hadden beoordeeld zoals is doorgesproken met de teamleider. De karren werden zoals afgesproken klaargezet voor het proces.

Doordat de projectleider de metingen verricht hoefden de medewerkers enkel hun werkzaamheden te verrichten. De medewerkers waren echter wel minder blij om meer karren te moeten drukken maar toch werd er doorgezet.

5.4.1.1 Resultaten en conclusie

De projectleider heeft data verzameld over het aantal deuken per processtap. De wijze van af keuren is op dezelfde wijze gebeurd als de voorgaande steekproef met behulp van de kwaliteitscontroleur. De data zijn daarom op basis van de voorgaande M.S.A. betrouwbaar verzameld. Dit is een belangrijk aspect doordat er juiste data wordt gegenereerd die betrouwbaar is en overlappend is met de voorgaande test.

Tijdens de test zagen de projectleider en de kwaliteitscontroleur meteen al verbeteringen ten opzichte van de dag ervoor met volle karren aan de hand van minder kletsend metaal en hoe makkelijker de frames op de transportkarren gingen. Uit de resultaten blijkt daarnaast

Test minder frames op een kar									
Stap 1: Binnenkomst	Aantal	Stap 2: frames op kar	Aantal	Stap 3: Schuren	Aantal	Stap 4: Maskeren	Aantal	Stap 5: Na kleurlijn	Aantal
Binnenkomst	64 frames	Frames op kar	64 frames	Na schuren	64 frames	Na maskeren	64 frames	Na kleurlijn	64 frames
Locaties schade		Locatie schade		Locatie schade		Locatie schade		Locatie schade	
Balhoofdbuis	0	Balhoofdbuis	0	Balhoofdbuis	0	Balhoofdbuis	0	Balhoofdbuis	0
Zitbuis	0	Zitbuis	0	Zitbuis	0	Zitbuis	0	Zitbuis	0
Bovenbuis	1	Bovenbuis	1	Bovenbuis	1	Bovenbuis	0	Bovenbuis	1
Onderbuis	1	Onderbuis	1	Onderbuis	1	Onderbuis	1	Onderbuis	1
Achtersvork	0	Achtersvork	0	Achtersvork	0	Achtersvork	0	Achtersvork	0
Totaal aantal schades	2	Totaal aantal schades	2	Totaal aantal schades	2	Totaal aantal schades	1	Totaal aantal schades	2

dat er ook minder deuken zijn terug te vinden op de transportkarren met minder frames, ten opzichte van de eerste test.



5.4.2 Test met gezandstraalde frames

Na het bespreken van de rootcauses is meteen actie ondernomen om een test met gezandstraalde frames op te stellen. Er is meteen een order geplaatst door de operationsmanager van de lakkerij. Een week later waren de frames binnen om gecontroleerd te kunnen worden door de projectleider en de kwaliteitscontroleur.

De projectleider en kwaliteitscontroleur waren meteen enthousiast toen de frames binnenkwamen in het magazijn. Bij het controleren waren geen deuken te vinden op de frames. Dit zorgde voor een positieve start van de test.

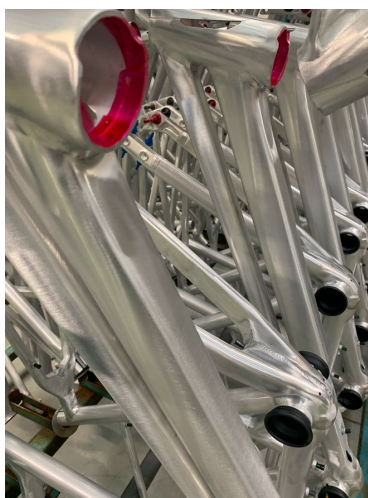
De dag erna waren de frames ingeroosterd om door de productie te gaan, de frames zijn gevolgd door de projectleider en kwaliteitscontroleur bij het maskeren en de kleurlijn.

5.4.2.1 resultaten

De projectleider heeft opnieuw data verzameld over het aantal deuken per processtap. De wijze van af keuren is op dezelfde wijze gebeurd als de voorgaande steekproef met behulp van de kwaliteitscontroleur. De data zijn daarom op basis van de voorgaande M.S.A. betrouwbaar verzameld. Dit is een belangrijk aspect doordat er juiste data wordt gegenereerd die overlappend is en betrouwbaar is.

De resultaten staan weergegeven in de tabel

Test met gezandstraalde frames							
Stap 1: Binnenkomst	Aantal	Stap 2: frames op kar	Aantal	Stap 3: Maskeren	Aantal	Stap 4: Na kleurlijn	Aantal
Binnenkomst	64 frames	Frames op kar	64 frames	Na maskeren	64 frames	Na kleurlijn	64 frames
Locaties schade		Locatie schade		Locatie schade		Locatie schade	
Balhoofdbuis	0	Balhoofdbuis	0	Balhoofdbuis	1	Balhoofdbuis	1
Zitbuis	0	Zitbuis	0	Zitbuis	0	Zitbuis	0
Bovenbuis	0	Bovenbuis	0	Bovenbuis	0	Bovenbuis	0
Onderbuis	0	Onderbuis	0	Onderbuis	0	Onderbuis	0
Achternvork	0	Achternvork	0	Achternvork	0	Achternvork	0
Totaal aantal schades	0	Totaal aantal schades	0	Totaal aantal schades	1	Totaal aantal schades	1



5.5 Impact berekening

In de tabel is een vergelijkingstabel opgemaakt. In de vergelijkingstabel worden de resultaten van de tests vergeleken met het onderzoek in de analyse fase. Uit de tests blijkt dat er een positief effect is op het aantal deuken in de frames. Bij de gezandstraalde frames zijn 7% minder schades gevonden als bij de analyse fase. Hetzelfde geldt voor de test met minder frames op een kar. Hierbij is 6% minder deuken gevonden op de frames.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat de tests ervoor zorgen dat er minder deuken optreden in het proces.

Vergelijkingstabel			
	Analyse fase	Test met minder frames op een kar	Test met gezandstraalde frames
Aantal frames	128	64	64
Goedgekeurd	117	62	63
Afgekeurd	11	2	1
Percentage afgekeurd	9%	3%	2%
Locaties schade			
Balhoofdbuis	3	0	1
Zitbuis	1	0	0
Bovenbuis	1	1	0
Onderbuis	3	1	0
Achternvork	3	0	0

5.6 Urgentiebesef en draagvlak

Draagvlak is een belangrijk principe bij veranderingen, succes wordt namelijk gekenmerkt door de mate van draagvlak. Het is belangrijk draagvlak te creëren bij het management en tevens ook bij de medewerkers. Urgentie creëren de hoofdzaak van het creëren van draagvlak bij mensen.

In het geval van dit project is er draagvlak gecreëerd bij het projectteam en bij de operationele medewerkers op de lakkerij en ruwafdeling. Het is eerst belangrijk om de urgentie van het probleem kenbaar te maken zodat er vanuit het projectteam draagvlak is voor veranderingen die verbeteringen kunnen teweegbrengen.

De belangrijkste component hierbij is het betrekken van het projectteam bij het traject. Door genoeg te informeren over actuele de stand van zaken en resultaten is de projectleider van mening dat er urgentiebesef kan worden gecreëerd onder het projectteam. Met behulp van individuele gesprekken en besprekingen van de fases is dit meermaals gelukt. De projectleider werd steeds vaker betrokken bij omliggende zaken die mogelijk te maken hebben met probleem, onder andere het productieprobleem in week 53.

Daarnaast zijn operationele medewerkers nauw betrokken in het define-proces, meerdere gesprekken zijn gevoerd met pittige medewerkers waarvan het lastig was om doorheen te prikken. Er is gericht gevraagd naar het verleden van het probleem waarin operationele medewerkers vaak hetzelfde antwoord gaven namelijk dat er “niks aan wordt gedaan” en “jaren iedere dag karren met afgekeurde frames ziet vertrekken naar het afkeurproces”. Het urgentiebesef van het probleem is duidelijk bij de operationele medewerkers, nu moet hierop juist worden ingespeeld in samenwerking met het projectteam.

Met de operationele medewerkers heeft de projectleider geprobeerd hun vertrouwen te winnen. Zo heeft de projectleider op eigen initiatief een dag meegelopen met de lakkerij en een dag meegelopen met ruwafdeling. Met het meewerken kreeg de projectleider een groter beeld van de operationele medewerkers en het probleem.

Vanaf de measure fase is daarnaast ook begonnen met het verspreiden van de afkeurcijfers in de lakkerij en de ruwafdeling. Waar veel medewerkers toch even langs liepen om de cijfers te bekeken.

Doordat het urgentiebesef enigszins aanwezig is bij het projectteam en het medewerker team, maar nog niet wordt gevoeld door cijfers. Daarom zijn vanaf de Measure fase de afkeurcijfers verspreid over de afdelingen. Voor het project is dit een belangrijk punt geweest om urgentiebesef en draagvlak te creëren onder met nam de operationele medewerkers. Dit is waarschijnlijk ontstaan door meer aandacht voor het probleem vanuit andere hoeken.

5.6.1 Veranderstrategie van John Kotter

Als projectleider heb ik gebruik gemaakt van de veranderstrategie van John Kotter. Het model van John Kotter wordt veel gebruikt en is erg bekend in de verandermanagementwereld. Het model benadrukt het effect van sterk leiderschap, betrokkenheid van medewerkers en communicatie. Zodat veranderingen succesvol kunnen worden doorgevoerd.

De veranderstrategie van John Kotter, de Leading Change heb ik gebruikt om ervoor te zorgen dat ik mensen meekrijg met het helpen aan veranderingen in de improve fase. Het meekrijgen van mensen begint daarbij al in de define fase van het onderzoek.

De veranderstrategie kent acht stappen. De stappen waar ik als projectleider het meest profijt van heb gehad worden hieronder uitgelicht.

Stap 1: Urgentiebesef

Het creëren van urgentiebesef was een van de grootste uitdagingen van het project. Bij veel personen was het urgentiebesef duidelijk, echter werd er niks aan gedaan. Door veel te praten met mensen van de werkvloer en het management is aandacht verkregen voor het verhaal. Door onder andere cijfers voor te leggen aan beide afdelingen is het besef en de aandacht naar het probleem verder gaan groeien. Mede door de jaarlijkse kosten hierbij te berekenen werd al snel het probleem serieuzer genomen door beide groepen.

Stap 2: Vorm een leidende coalitie

Het vormen van een leidende coalitie heeft een grote bijdrage geleverd bij het doorzetten van de veranderingen. Er zijn een aantal gesprekken gepleegd met een aantal medewerkers die geen hoog urgentiebesef hadden van het probleem, door met hen in gesprek te gaan te in discussie te gaan zijn er uiteindelijk toch vorderingen gekomen in het project.

Zonder alles op tafel te krijgen was er waarschijnlijk geen gedragsverandering mogelijk, gedoe komt er namelijk toch. De acceptie kwam vooral door naar diegene te luisteren en de zorgen proberen weg te nemen.

Stap 6: Genereer korte termijn successen

De projectleider heeft altijd geprobeerd een goede band te onderhouden met de operationele mensen van de werkvloer met het voeren van gesprekken, met name door mogelijke aanvullingen te vragen of hoe het mogelijk beter kan.

Daarnaast heeft de projectleider geprobeerd cijfers te delen en te verspreiden om aandacht te creëren voor het probleem en complimenten te geven wanneer er een dag weinig afkeur was. Na de test heeft de projectleider de afdelingen beloond door een zak KitKats uitdelen over de afdeling. Op dat moment waren de medewerkers blij verrast en sloeg de stemming volgens de projectleider om.

5.7 Future value state map

5.8 Afsluitende paragraaf

In de improve fase zijn er twee rootcause geïdentificeerd. Dit zijn de volgende twee rootcauses:

Rootcause 1: Het terugzetten van de frames op de transportkar draagt het meest bij aan de hoeveelheid deuken in het interne proces.

Rootcause 2: Het processtap schuren draagt het meest bij aan het aantal deuken in de frames, dit ontstaat door het niet effectief schuren van de frames

Om de rootcause te elimineren zijn er twee verbeteracties opgezet om de rootcause te verminderen. Hierbij kunnen de volgende deelvragen worden beantwoord van dit hoofdstuk.

- Welke oplossingen kunnen er worden gebruikt om het proces te verbeteren?

De oplossingen die kunnen worden gebruikt zijn het gebruik van gezandstraalde frames en het gebruiken van minder frames op een transportkar.

- Op welke manier kunnen de oplossingen worden geïmplementeerd?

Door middel van een test, pilot en demo strategie.

- Wat voor effect hebben de oplossingen gehad?

Beide testen hadden een positief effect op het aantal deuken na de kleurlijn tegenover de eerste steekproef in de analyse fase.

5.9 Tollgate

Opmerkingen van het team:

- Op welke manier zou het proces eruit kunnen zien na de test die is uitgevoerd. (Quality engineer)
- Het nadeel van de gezandstraalde frames zijn de vervuiling die ze achterlaten. Wat waren hiervan de cijfers? (Operationsmanager)
- De eerder resultaten van de test met gezandstraalde frames waren niet zo laag als deze keer. Mogelijk moeten er meer test worden gedaan om te zien hoe de gezandstraalde frames functioneren in het proces. (Proces engineer lak)
- Heeft het gebruik van andere type frames effect op het vervolgproces? (Champion)
- Hoe kunnen we ervoor zorgen dat het personeel mogelijk beter de frames van elkaar af weet te plaatsen? (Kwaliteitscontroleur en teamleider)

Rol betrokken personen:

- F. van wonderen (Quality engineer): brainstormen over mogelijke oplossingen
- D. de Haan (Operationsmanager): brainstormen over mogelijke oplossingen, organiseren van de gezandstraalde frames en informeren over de tests
- B. Colenbrander (Proces engineer lak)
- F. Faber (Kwaliteitscontroleur): brainstormen over mogelijke oplossingen en opzetten tests in de ruwafdeling
- S. Bozer (Teamleider): brainstormen over mogelijke oplossingen en informeren van de medewerkers over de tests.
- M. Hatt (Champion): brainstormen over mogelijke oplossingen en informeren over de tests

De zes personen hebben die hebben meegewerkt aan de fase hebben allemaal hun handtekening gezet onder het formulier. Dit betekent dat kan worden doorgedaan naar de volgende stap. De handtekeningen zijn te vinden in de bijlage van het verslag.

-

6. Control fase

In de improve fase werd behandeld hoe de implementatie van de oplossingen heeft plaatsgevonden en wat voor effect dit heeft gehad. Het is belangrijk dat de oplossingen deze oplossingen blijven geborgd in de organisatie, zelfs nadat het project is afgerond. Dit hoofdstuk staat in teken van het verschaffen van inzicht in de benodigde maatregelen om de oplossingen in de organisatie te waarborgen. De control-fase richt zich op het beantwoorden van de volgende deelvraag:

In dit hoofdstuk zal allereerst worden besproken op welke wijze de oplossingen kunnen worden gewaarborgd. Vervolgens is het monitoringsproces aan de beurt waarin geval van out-of-control situaties adequaat kan worden gehandeld. Tot slot worden de werkelijke kosten en baten van het project in kaart gebracht.

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de volgende deelvraag:

- Op welke manier kunnen de verbeteringen structureel worden gewaarborgd?

6.1. Procesborging

Het borgen van oplossingen is van essentieel belang. In deze paragraaf wordt de werkwijze van het borgen van de oplossingen besproken. Dit wordt gedaan aan de hand van visueel management en een procedure in de vorm van een stappenplan.

Het projectteam is betrokken bij het kiezen van de borgingstechnieken om de oplossingen verder te borgen in de organisatie nadat het project is afgerond. Hierin spelen gedragsverandering een adequate rol. Operationele werknemers moeten tenslotte de werkzaamheden verrichten en het probleem belangrijk genoeg vinden om erna te handelen. Dit kan onder andere worden bereikt door "Gemba walks" te doen, overleggen te organiseren met de werkvloer en aandacht voor het probleem te vragen door middel van het verspreiden van cijfers en ideeën.

6.1.1 Gedragsverandering

Een belangrijk aspect van borging is gedragsverandering, mensen moeten bij verandering vaak hun gedrag aanpassen om zich aan te passen aan de nieuwe omstandigheden. Vaak gaat dit niet zonder slag of stoot. Om te zorgen dat de gedragsverandering met betrekking tot de oplossing voorspoedig verloopt kunnen een aantal dingen worden door het projectteam worden verricht.

Ten eerste is genoeg aandacht besteden aan afgekeurde fietsen. Er wordt nauwelijks tussen de werkvloer en de operationele medewerkers gecommuniceerd over, van, voor de afgekeurde fietsen. Dit zorgt voor weinig urgentiebesef bij het aandragen van problemen, door meer met elkaar in gesprek te gaan en te overleggen kan ervoor worden gezorgd dat er meer aandacht naar het voorkomen van schades gaat. Om meer aandacht naar het probleem te krijgen kan bijvoorbeeld blijven worden doorgegaan met het verspreiden van cijfers en ideeën om verbeteringen aan te dragen. Dit zal vanuit het management moeten worden gestimuleerd om urgentiebesef op de werkvloer af te dwingen. Het is mogelijk slim om een persoon aan te wijzen die verantwoordelijk is voor het monitoren van de afkeurcijfers in de lakkerij en ruwafdeling. Diegene kan als centraal aanspreekpunt functioneren voor de werkvloer en het management zoals de projectleider in het project heeft gefunctioneerd.

Daarnaast zijn er nog een aantal manier om te zorgen voor urgentiebesef op de werkvloer. Dit kan op de volgende manieren worden gedaan:

1. Go tot he Gemba
2. Dagstart
3. Evaluatieoverleg

6.1.2 Go to the Gemba

Een gembawalk is een letterlijk vertaald een werkvloer wandeling. Een gembawalk biedt waardevolle inzichten in de werkelijke werkomgeving en processen. Het biedt de mogelijkheid om interactie met medewerkers die bezig zijn met het uitvoeren van hun taken. De managers kunnen op deze manier mogelijk tot een betere verstandsverhouding komen.

Een gembawalk bevordert namelijk een cultuur van betrokkenheid en van open communicatie. Wanneer managers vaker te vinden zijn op de werkvloer toont dit betrokkenheid in de dagelijkse werkzaamheden op de werkvloer. Medewerkers uiten mogelijk sneller hun suggesties en ideeën waardoor een gesprek sneller tot stand komt. Dit vermindert de kloof tussen het management en de werkvloer en biedt waardevolle informatie die kan worden gebruikt om tot verbeteringen te komen.

Daarnaast kunnen managers ook het proces beter observeren vanaf de werkvloer. Er kunnen beter nieuwe inzichten en ideeën worden opgedaan. Zodat knelpunten kunnen worden geïdentificeerd en aangepakt.

Tot slot kan een gemba helpen bij het creëren van eigenaarschap bij de medewerkers. Het actief betrokken zijn bij de werkvloer kan ervoor zorgen dat medewerkers meer aangemoedigd voelen om verantwoordelijkheid te nemen voor hun eigen proces en resultaat. Met andere woorden een verhoogde betrokkenheid, motivatie en een goed gevoel dat het werk wat wordt verricht ertoe doet.

Momenteel is de organisatie op zoek naar een teamleider die deze rol zou kunnen vervullen, op termijn zal hiervoor een persoon gevonden zijn die zich meer zal bezighouden met het bijsturen op de werkvloer in plaats van de administratieve functie als teamleider.

6.1.2 Dagstart

Dagstarts is een kort overleg van 15 tot 30 minuten. Tijdens het overleg kunnen er bottlenecks van de komende en voorgaande dag worden besproken. Elke dag wordt er een dagstart gehouden bij iedere afdeling in de fabriek. Er is een dagstart voor het team van kwaliteit en het team van de lakkerij & ruwafdeling bij. De kwaliteitscontroleurs sluiten daarentegen wel aan bij beide dagstarts. Tijdens de lijn overleggen wordt aandacht besteed aan verschillende zaken.

Voorgedragen is dat de kwaliteitscontroleurs verantwoordelijk zijn bij de dagstarts voor de actuele cijfers van het kwaliteitssysteem dat afkeur registreert. Daarmee wordt de afkeur een onderdeel van de agenda van beide dagstarts. Doordat de voornaamste reden van afkeur is, zal hier extra aandacht aan worden besteed.

Met het bespreken van de actuele cijfers kan dagelijks worden gestuurd op afkeur cijfers waardoor er duidelijk wordt wanneer er iets fout is gegaan. Hierdoor ontstaat er een korte lijn tussen het management en de werkvloer, de cijfers die de kwaliteitscontroleur bijhoudt geven duidelijk aan of er sprake is van een out-of-control situatie en of er acties moeten worden uitgevoerd. Op deze manier kan er dagelijks worden gestuurd op afkeur.

6.1.3 Evaluatieoverleg

Een evaluatieoverleg wordt in de organisatie gebruikt om samen te komen met de belanghebbende van een proces. Het doel hiervan is om verbetermogelijkheden te identificeren door met elkaar in gesprek te gaan over de gang van zaken. Door met elkaar in gesprek te gaan kan er continue verbetering ontstaan in het proces. Het is van belang evaluatiegesprekken te houden met medewerkers om hun betrokkenheid binnen het bedrijf te vergroten en kennis met elkaar te delen.

Belangrijke punten bij het houden van evaluatiegesprekken zijn:

1. Duidelijke doelstellingen
2. Regelmatige bijeenkomsten op vaste getijden
3. Nauwkeurige cijfers en rapportage
4. Diverse betrokkenheid van medewerkers
5. Bespreek problemen en knelpunten
6. Zorg dat er actie plaatsvindt na de gesprekken
7. Geef duidelijkheid door middel van communicatie

Evaluatiegesprekken worden iedere week gehouden door de lakkerij en ruwafdeling. Het delen van de afkeurcijfers wordt sinds december opgenomen in de gesprekken, waarin aandacht wordt besteed aan de lopende acties en structurele problemen die zich op de afdeling afspelen. Aan de hand van deze gesprekken wordt er bijgestuurd op de problemen met nieuwe acties.

6.1.4 Overdracht van taken

In dit project is gebruik gemaakt van het overdragen van taken. Allereerst is in de analyse fase de overkoepelende dochterorganisatie ingelicht wat betreft het probleem rondom het externe proces van het produceren van gelakte frames. Vanuit overkoepelende organisatie worden op dit moment concretere kwaliteitseisen opgesteld waaraan de leveranciers moeten voldoen als borging van de kwaliteit ruwe frames.

Daarnaast is het de bedoeling dat de organisatie na het project zich blijft focussen op het verminderen van afkeur op beide afdelingen. De kwaliteitscontroleur is de aangesproken persoon om deze taak te vervullen. Als in zijn functie is het waarborgen van de kwaliteit van het proces. Daarnaast is de kwaliteitscontroleur nauw betrokken bij het verrichten van de metingen. Dit maakt de kwaliteitscontroleur de ideale persoon om de taken over te nemen van het verspreiden van informatie en acties over, van, voor het verminderen van afkeur.

De kwaliteitscontroleur gaat zich met name bezighouden met het bijhouden van de cijfers en het opzetten van verbetertrajecten aan de hand van de informatie en resultaten van het vervolgtraject. Dit wordt verder toegelicht in paragraaf 6.3.

6.2 Monitoren van het proces

Het monitoren van het proces gebeurt op basis van een kwaliteitssysteem. Het kwaliteitssysteem wordt ingevuld door een aantal controleurs die verantwoordelijk zijn voor het goedkeuren en afkeuren van de frames. Dit gebeurt op basis van de 10 soorten afkeur die eerder zijn vermeld in het project. De controleurs hebben onlangs een training gevolgd om de kennis wat betreft de kwaliteit verder kennis te nemen. Op basis van de MSA is daarnaast vastgesteld dat het kwaliteitssysteem betrouwbare data weergeeft van het totaalbeeld.

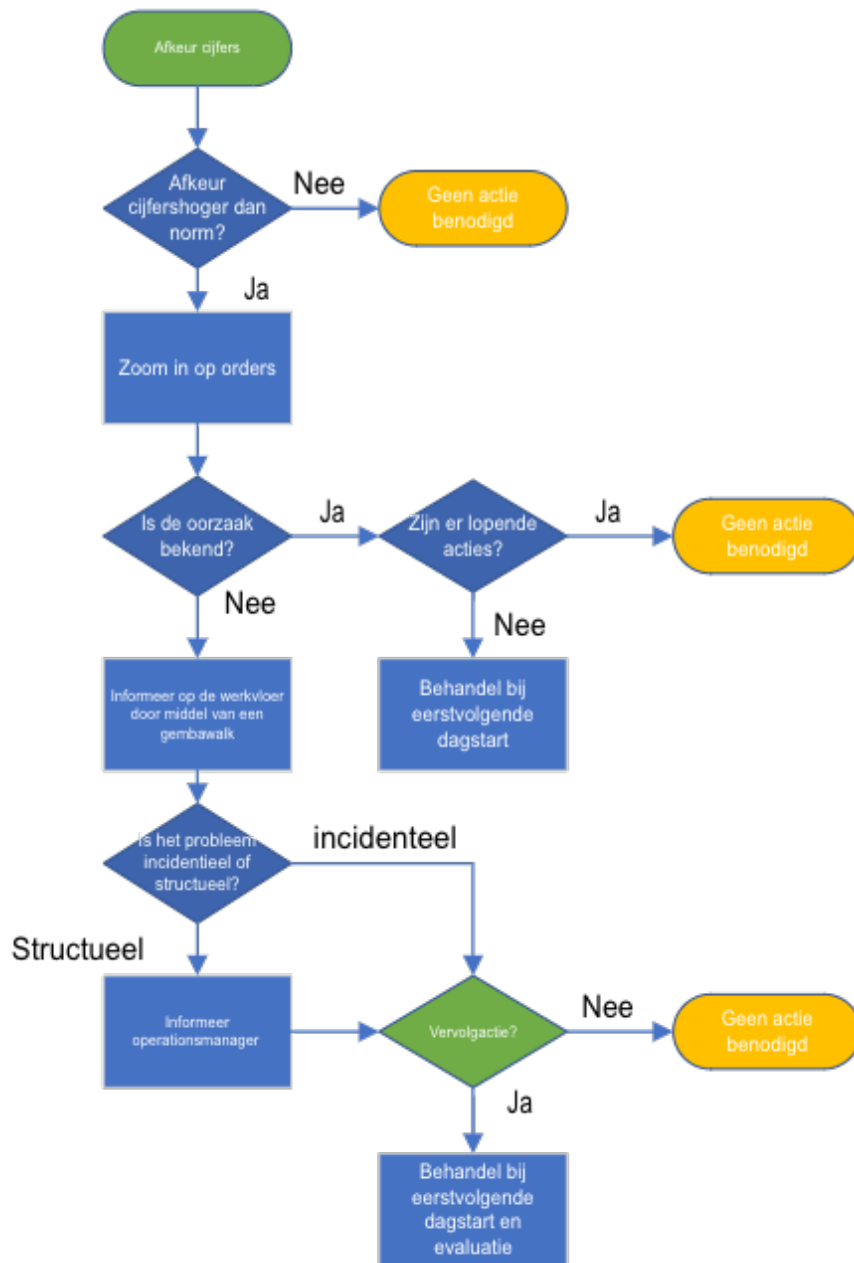
De kwaliteitscontroleur is verantwoordelijk voor het in de gaten houden van de actuele cijfers iedere dag. Wanneer er een overschreden limiet worden geconstateerd is er sprake van een out of control situatie. In de volgende subparagraaf wordt verder ingegaan hoe het proces gemonitord wordt om het proces onder controle te blijven houden.

6.2.1 Out of control situaties

Een out of control situatie is een situatie waarin het proces niet meer in de gestelde limieten functioneert. Het is een situatie waarin het niet langer mogelijk is om het proces zoals is vastgesteld te beheersen door interne of externe omstandigheden, zoals in de vorm van een afwijking in het systeem, materiaal, methode of werkwijze. Een situatie kan leiden tot negatieve gevolgen voor de productie van de organisatie.

Het is daarom belangrijk om out of control situaties te herkennen en acties te ondernemen wanneer er sprake is van een out of control situatie. Een actie vereist een goede en doortastende aanpak om de situatie te kunnen herstellen naar een beheersbaar situatie zodat er negatieve effecten kunnen worden gereduceerd.

Om tot de juiste actie te komen om de out of control situatie beheersbaar te maken is in de volgende sub paragraaf een "out of control action plan" opgesteld. Het doel van een OCAP is om een gestructureerde wijze de situatie onder controle te krijgen. De OCAP is geschreven in de vorm van een beslissingsboom.



6.3 Uitrollen van pilot

Het uitrollen van een pilot kan worden gebruikt om meer informatie te verzamelen over een test. Bij een pilot wordt een verandering toegepast op een beperkte schaal van producten, in dit geval frames. Het geeft de organisatie de mogelijkheid om op een geselecteerde groep frames de impact en veranderingen te meten en evalueren. Zodat de veranderingen op een later moment op basis van meer informatie op een geleidelijke manier kan worden aangebracht.

In dit geval kunnen er voor beide tests een pilot worden uitgerold. Een pilot kan worden opgesteld aan de hand van 6 stappen (Schildmeijer, 2020).

Stap 1: Identificeer een groep van frames die geschikt is om veranderingen door te brengen. Zorg hierbij dat je dit baseert

Stap 2: Identificeer wanneer en hoelang je de desbetreffende pilot wilt uitvoeren

Stap 3: Informeer medewerkers en voer de pilot uit in de tijdsperiode

Stap 4: Meet de pilot en evalueer de resultaten

Stap 5: Ga in gesprek met de personen die betrokken zijn op operationeel en strategisch niveau.

Stap 6: Rol de verandering uit wanneer het succesvol is en monitor de voortgang. Pas indien nodig het proces aan.

6.3.1 RACI model voor een pilot

In deze subparagraaf worden de voorgaande pilot stappen in een RACI-matrix gebruikt. Een RACI-matrix geeft de rollen en verantwoordelijkheden weer van een plan. RACI is een afkorting voor de volgende woorden:

- Responsible: De verantwoordelijke. Deze persoon is verantwoordelijk voor de uitvoering.
- Accountable: De eindverantwoordelijke: Deze persoon draagt de eindverantwoordelijkheid voor de voltooiing van de stap.
- Consulted: De geraadpleegde: Deze persoon wordt vooraf geraadpleegd voor advies
- Informed: De geïnformeerde: Deze persoon wordt tussen geïnformeerd bij de beslissingen en voortgang

Stappen	F. Faber	M. Hatt	D. de Haan	S. Bozer	F. van Wonderen
Identificeer de groep frames die schikt is voor een pilot	A, R	A I	A I		C
Identificeer de duur van de pilot	A, R	A I	A I		C
Informeer de medewerkers en voer de pilot uit	A, R	A	A	C R	C
Meet de pilot en evalueer de resultaten	A, R	A	A		C
Ga in gesprek met de betrokkenen over de pilot	A, R	A I	A I		C I
Rol de verandering uit wanneer het succesvol is	A, R	A I	A I		C

Tabel 6.3.1: RACI-matrix van pilot

6.4 Financieel resultaat

In deze paragraaf worden de financiële resultaten van de implementaties besproken. Doordat de implementaties niet volledig zijn uitgerold, word gerekend op basis van de besparingen van de tests.

6.4.1 Werkelijke baten en lasten van het project

In de define fase zijn de geschatte baten en lasten al berekend. Op basis van deze cijfers zijn opnieuw de werkelijke baten en lasten berekend. In de tabel hieronder zijn de baten van het verminderen van afkeur berekend op basis van herbewerkingskosten. Dit zijn naast de kosten gelegd van de maand december in herbewerkingskosten.

Productie frames in Accell Western Europe	
Jaarbasis	
Productie per jaar op basis van december (48 weken)	348240
Afgekeurd op jaarbasis op basis van december	20624
Afgekeurd op deuken op basis van Pareto analyse (60%)	12374,4
Percentage afkeur op basis van december	5.47
Percentage afkeur op deuken van december op basis van Pareto analyse (60%)	3.28
Jaarbasis kosten deuken	
Percentage afkeur op basis van december op deuken	3.28%
Percentage afkeur op basis van minder frames op transportkar	2.00%
Percentage afkeur op basis van gezandstraalde frames	1.00%
Reducties door tests	
Reductie van bij minder frames op transportkar	1.21%
Reductie bij gezandstraalde frames	2,19%
Kosten per frame (materiaalkosten en herbewerkingstijd)	€ 150,00
Resultaat	
Kosten deuk regulier resultaat herbewerkingsproces deuken	€ 1.856.160,00
Kosten deuken op basis van minder frames op een transportkar	€ 1.131.804,88
Kosten deuken op basis van gezandstraalde frames	€ 565.902,44
Besparingen implementatie	
Minder frames op een kar	€ 724.355,12
Gezandstraalde frames	€ 1.290.257,56

Tabel 6.4.1.1: Berekening van daadwerkelijke besparingen

Projectkosten	
Stagevergoeding	€ 2.250,00

Gemiddeld uurloon personeel	€ 31,15	
Benodigde personeelsuren p/w	6	
Totaal personeelsuren kosten p/w	€ 186,90	
Projectduur in weken (20)		€ 2.492,00
Totale kosten project		€ 5.690,40

Tabel 6.4.1.2: Berekening van daadwerkelijke projectkosten

Projectresultaat	
Kosten project	€ 5.690,40
Baten project	
Minder frames op 1 kar	€ 724.355,12
Gezandstraalde frames	€ 1.290.257,56
Besparingen op herbewerkingsproces	
Optie 1	€ 718.664,72
Optie 2	€ 1.284.567,16

Tabel 6.4.1.3: Berekening van daadwerkelijk projectresultaat

6.4.2 Toekomstige projectkosten

In de afgelopen subparagraaf is naar voren gekomen dat er grote besparingen kunnen plaatsvinden bij het implementeren van de tests. Echter kost het veranderen van het productieproces tijd en afstemming. Op basis van een pilot zal er verder worden gewerkt aan het implementeren de veranderingen. De verantwoordelijke persoon hiervoor is de kwaliteitscontroleur die bovendien zich ook gaat bezighouden met monitoren van de cijfers.

Daarom zullen er blijvende kosten worden gemaakt wat betreft het controleren en verbeteren van het proces. De toekomstige kosten van het project worden op jaarbasis geschat op basis van de volgende werkzaamheden; 'gemba walks', bespreken van cijfers in de dagstart besprekingen, aangaan van evaluatiegesprekken met betrokkenen, het uitvoeren van verbeteracties en het monitoren van het proces.

De toekomstige kosten worden geschat op € 19.437,60. Voor de taken die benodigd zijn om het proces te borgen en verbetering zijn minimaal 12 uur per week nodig. In tabel 6.4.2 is de volledige berekening uitgewerkt.

Toekomstige projectkosten		
Gemiddeld uurloon	€ 31,15	
Aantal uren per week	12	
Totaal kosten uren per week	€ 373,80	
Totaal kosten per jaar 52 weken		€ 19.437,60
Totale kosten projectkosten per jaar		€ 19.437,60

Tabel 6.4.2: Geschatte toekomstige projectkosten

6.4 Afsluiting van het project

Om de implementaties en de gedragsverandering tegenover het aantal afkeur bij de kleurlijn te waarborgen zijn een aantal borgingstechnieken gebruikt om het proces te borgen. Hierbij kan antwoord worden gegeven op de volgende deelvraag.

Op welke manier kunnen de verbeteringen structureel worden gewaarborgd

De verbeteringen zijn gewaarborgd door middel van gedragsverandering in “gemba walks”, dagstarts en evaluatiegesprekken met betrokkenen.

Nu antwoord is gegeven op de laatste deelvraag kan de hoofdvraag van het onderzoek worden beantwoord. De hoofdvraag van het onderzoek luidt:

Wat is de oorzaak van de afkeur en hoe kan dit worden aangepakt zodat dit structureel minder afkeur oplevert per week?

De oorzaak van de afkeur zijn het oprekken van transportkar en de processtap voorbereiding. Er zijn twee tests uitgevoerd waarbij een vermindering in het aantal deuken is waargenomen. Dit wordt verder opgenomen door gedragsverandering en de overdracht naar een pilot die verder wordt uitgebreid en geanalyseerd met de betrokken aan de hand van een RACI-matrix.

6.5 Tollgate

Opmerkingen van het team:

- Opzetten van een actieplan om de karren mogelijk minder vol te stapelen

(Operationsmanager)

- Hoe worden de verbeteracties opgevolgd na de projectleiders periode (Champion)

Acties op opmerkingen

- Opzetten van actieplan overgedragen aan de kwaliteitscontroleur om hiermee aan de slag te gaan

- RACI-matrix opgezet met een concreet plan; wie verantwoordelijk, eindverantwoordelijk, geraadpleegd en geïnformeerd moet worden.

Rol van betrokken

F. van wonderen (Quality engineer):

D. de Haan (Operationsmanager): geraadpleegd voor het toevoegen van de dagelijkse afkeurnummers in de dagstart PowerPoint.

B. Colenbrander (Proces engineer lak): betrokken bij het formuleren van borgingstechnieken bij gedragsverandering

F. Faber (Kwaliteitscontroleur): overdracht van taken en invulling gegeven aan de opgezette OCAP.

S. Bozer (Teamleider): Geraadpleegd bij betreft de rol voor het informeren en begeleiden van de medewerkers voor de RACI-matrix. Daarnaast besproken dat informatie dat wordt verkregen bij gemba walks wordt besproken in de dagstart.

M. Hatt (Champion): Het borgingsplan voorgelegd en de RACI-matrix aangevuld

De zes personen hebben die hebben meegewerkt aan de fase hebben allemaal hun handtekening gezet onder het formulier. Dit betekent dat kan worden doorgedaan naar de volgende stap. De handtekeningen zijn te vinden in de bijlage van het verslag.

-

7. Reflectie

Als afsluiting van het project bij Accell Western Europe wordt teruggeblikt op het onderzoek. Het onderzoek wordt beoordeeld op potentiële kritieken en aandachtspunten voor het volgende onderzoek. Daarnaast worden de waarden van de resultaten voor de organisatie besproken.

7.1 Potentiële kritieken

Het onderzoek dat is opgesteld voor de organisatie heeft een aantal potentiële kritieken. Deze kritieken zullen in deze paragraaf verder worden toegelicht. De mogelijke kritieken zijn:

1. Gebruikte MSA in de Measure fase
2. Uitgebreide trechteronderzoek
3. Pilot en demo vorm van implementaties
4. De doelstelling is niet gehaald binnen de termijn

Het eerste punt van kritiek op het onderzoek is mogelijk de MSA in de Measure fase. In de Measure fase is gebruik gemaakt van een MSA van voldoende items, echter is niet gebruik gemaakt van meerdere rondes. Op basis van de uitslag van de MSA kan wel worden vastgesteld dat de betrouwbaarheid van het kwaliteitssysteem voldoet aan de gestelde norm. Door meerdere rondes uit te voeren kon de betrouwbaarheid van het kwaliteitssysteem beter worden vastgelegd en bevestigd. Dit is echter niet gebeurd waardoor dit mogelijk een punt van kritiek kan opleveren. Voor het tweede onderzoek is daarom ook opnieuw een MSA afgelegd met meerdere rondes om de betrouwbaarheid van het meetsysteem met het identificeren van de X'en te garanderen.

Een tweede punt van kritiek op het onderzoek kan het uitgebreide trechteronderzoek zijn. Het trechteronderzoek bood achterliggende data achter de meeste voorkomende reden van afkeur. Echter werd aan het begin door het voeren van gesprekken en observatie bij het controlepunt al duidelijk dat dekken de voornaamste reden zijn van afkeur bij de kleurlijn. Toch werd aangeraden alle redenen mee te nemen om een totaalbeeld te krijgen van het probleem. Dit heeft voor het onderzoek veel tijd gekost door verscheidende reden met het kwaliteitssysteem. De tijd heeft hierdoor meer gezeten in de measure fase en analyse fase als de improve en control fase. Dit betreurt de projectleider bij het afronden van het project voor de organisatie door twee implementaties door te voeren in een pilot-demo vorm. De planning van het project die vastgesteld is in de define fase is daarom ook niet gehaald.

De implementaties zijn daarnaast ook uitgevoerd op basis van een test. Het grootschalig doorvoeren van grote veranderingen binnen een productieproces is een lastig proces. Het grootschalig veranderen van een proces kost in de organisatie tijd. Toch wordt in de control fase een aantal borgingstechnieken geïmplementeerd zodat er tijd blijft worden besteed aan het probleem. Een voorbeeld hiervan is de bespreking van de cijfers in de dagstart van de afdelingen.

Tot slot kan het vierde punt van kritiek zijn dat de doelstelling van het project niet is gehaald. De implementaties van het project zijn niet volledig uitgerold in de organisatie tijdens de improve fase. Besproken is dat er wordt een grotere pilot wordt gedraaid met minder frames op een kar en met gezandstraalde frames. Hierdoor haalt de organisatie op dit moment niet de vastgestelde doelstelling van een maximum van 5% afkeur bij de kleurlijn. De organisatie is daarnaast ook afhankelijk van het externe proces. De werkzaamheden van het verbeteren van het externe proces is daarnaast ook overgeheveld naar de overkoepelende organisatie.

7.2 Aandachtpunten voor in de toekomst

Als aandachtpunten voor de toekomst wil de projectleider met project doelgericht managen. De projectleider werd aangewezen om het project te leiden en met behulp van het projectteam op zoek te gaan naar de rootcause. Echter hadden veel leden van het team een andere mening van de richting van het project. Dit heeft de projectleider zich erg opgenomen om alle facetten mee te nemen in het onderzoek. De vraag van de projectteam van het projectteam is daarom bevestigd aan de hand van het trechteronderzoek. Echter kon eerder al worden vastgesteld dat deuken de voornaamste reden is van afkeur en het onderzoek sneller kon worden gefocust op het identieke van de rootcause in het proces. Dit heeft volgens de onderzoeker veel tijd gekost die anders kon worden gebruikt voor in de improve en control fase van het onderzoek. Door meer implementaties uit te werken en te borgen in het proces.

In het vervolg wil de projectleider daarom een stakeholdermatrix opzetten in de define fase van het onderzoek. De projectleider heeft niet de belangrijke stakeholders van het project in kaart gebracht. Dit heeft ertoe geleid in dat de projectleider alle kanten werd op geleid doordat alle betrokkenen een ander type betrokkenheid en baat heeft bij het project. De projectleider is daarnaast aangelopen tegen weerstand.

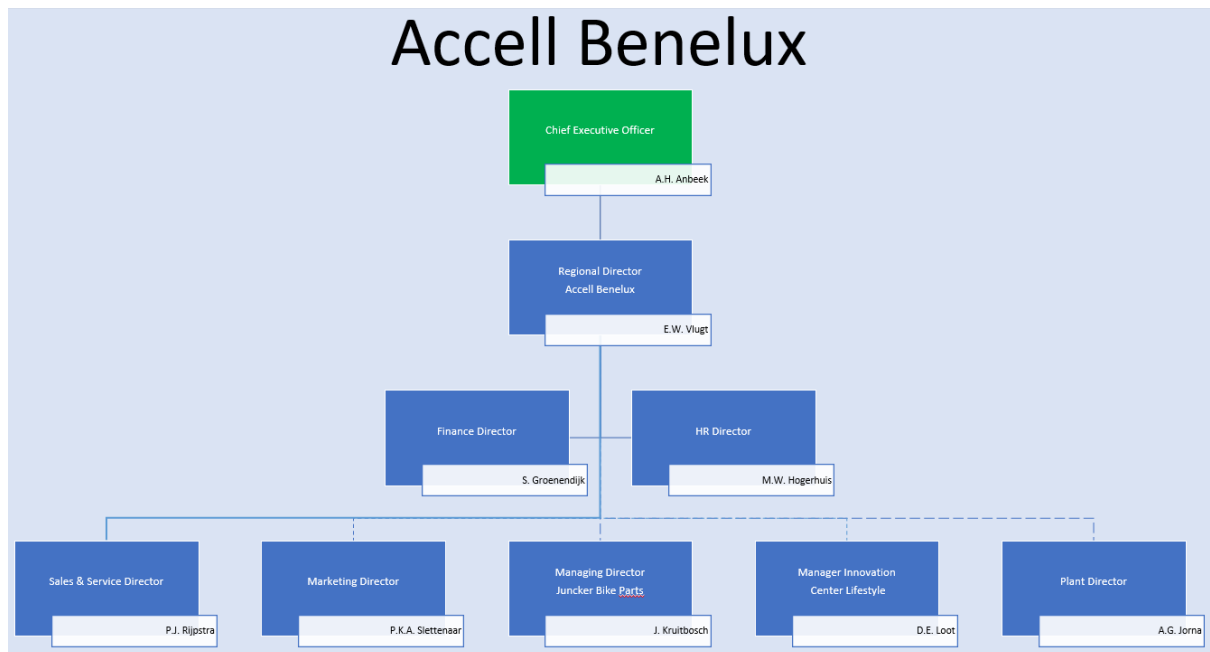
De projectleider ziet het project daarom als leerpunt in de wijze van het leiden van een verbetertraject. Het omgaan met teamleden moet in die zin gericht op wat de projectleider nodig heeft in plaats van de invulling van de teamleden naar de richting van het project.

7.3 Waarde van de resultaten

In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk worden de waarde van de resultaten voor de organisatie besproken. De waarde van resultaten is een belangrijk onderdeel van de reflectie. Hiermee wordt gekeken of het onderzoek de juiste waardes heeft ontdekt voor het probleem waarmee de organisatie aan de slag kan. Als projectleider van het project ben ik ervan overtuigd dat de organisatie baat heeft bij de resultaten van het onderzoek. De resultaten van het onderzoek zijn veelvoudig besproken met het projectteam. Er kwam groeiende aandacht voor het probleem van het aantal afkeur bij de kleurlijn naarmate de cijfers bekend werden van het probleem. Dit werd met name kenbaar door het onderzoek naar de mogelijke X'en in het proces in samenwerking met de kwaliteitscontroleur. De achterliggende rootcause van het werd aan de hand van cijfers duidelijk in het proces. De wijze van het verzamelen van data door bij elke productie stap de deuken te tellen was nog niet eerder gedaan in het proces. Dit bood een heleboel vernieuwende informatie wat betreft de effecten van de processen op het aantal deuken. Hiermee kan worden aangetoond dat het proces kan worden aangepast in het vervolg om het aantal deuken te verminderen bij de kleurlijn.

Bijlage(es)

Bijlage 1 Organogram van Accell Western Europe



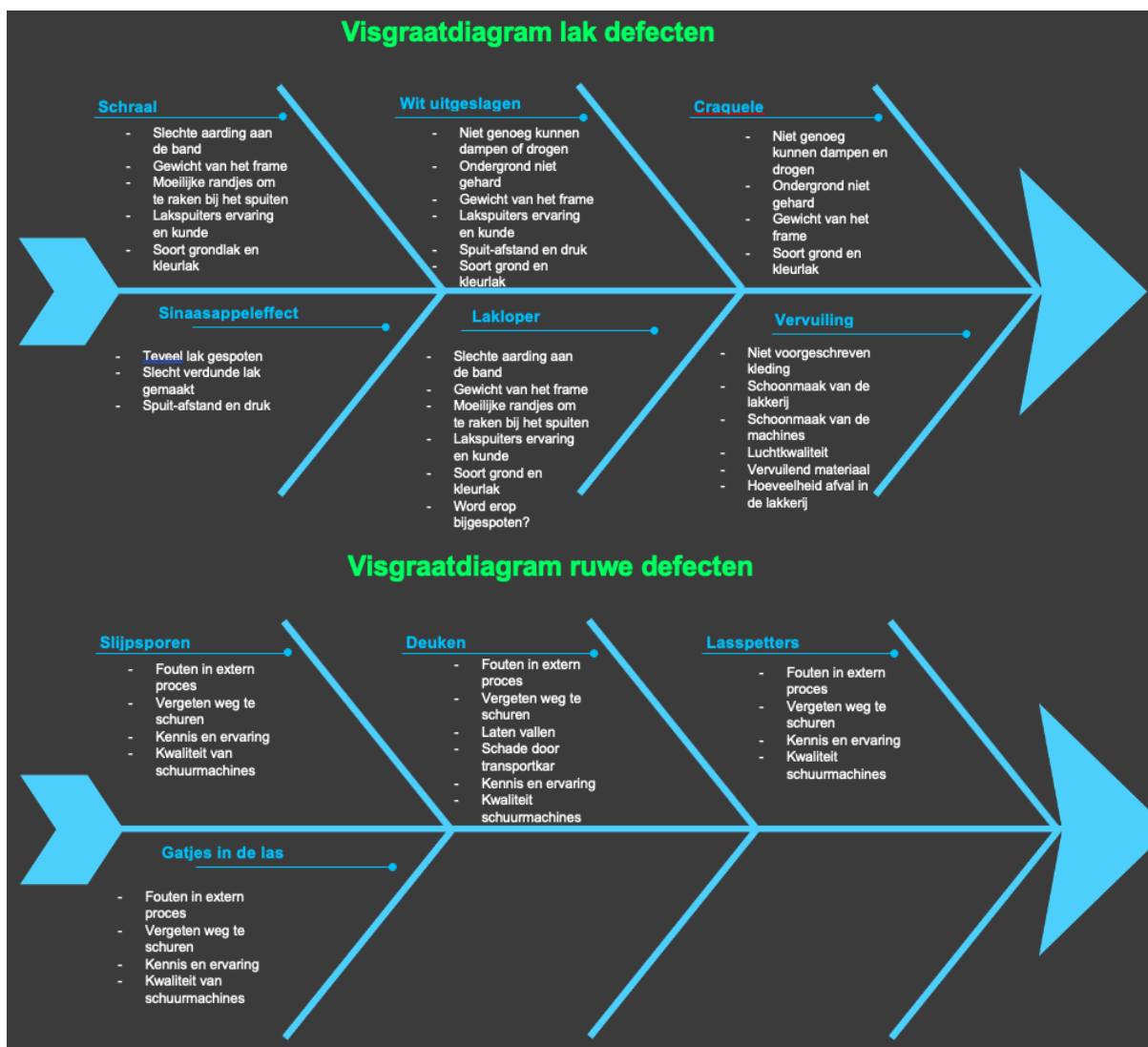
Bijlage 2: Organogram operations Accell Western Europe



Bijlage 3: Inzage kwaliteitssysteem Power BI

Model	Bikes checked	Bikes checked with issues	Bikes checked with major issues	Success rate	Success rate excluding minor issues	Number of issues	Number of issues per bike	Number of major issues	Number of major issues per bike	Success rate trend
A-Shine Energy M8b	1,570	381	81	75.7%	94.8%	460	0.29	83	0.05	
Finez	934	158	46	83.1%	95.1%	184	0.20	47	0.05	
A-Shine Ultra M5b	874	157	18	82.0%	97.9%	168	0.19	18	0.02	
C-Grid Ultra METb LTD No Bat	733	79	17	89.2%	97.7%	84	0.11	17	0.02	
d-Rule Energy MSTb Belt	651	150	44	77.0%	93.2%	151	0.23	44	0.07	
E-Nova Evo PT Lady Pro	604	60	28	90.1%	95.4%	63	0.10	29	0.05	
Firenze E-go-X	547	81	35	85.2%	93.6%	87	0.16	35	0.06	
Quip E-go Plus	495	170	52	65.7%	89.5%	244	0.49	52	0.11	
Fonk-3	480	41	15	91.5%	96.9%	42	0.09	15	0.03	
Curve Mountain	462	306	152	33.8%	67.1%	483	1.05	169	0.37	
Finez E-Go Power	410	88	27	78.5%	93.4%	90	0.22	27	0.07	
Razer LTD E-Go-7	405	79	19	80.5%	95.3%	86	0.21	19	0.05	
Carqon Cruise E2	394	279	98	29.2%	75.1%	526	1.34	128	0.32	
Altura E-Go Power Plus 500Wh	382	56	3	85.3%	99.2%	60	0.16	3	0.01	
Finez E-go	329	73	10	77.8%	97.0%	86	0.26	11	0.03	
Colmaro Allroad	324	43	17	86.7%	94.8%	44	0.14	17	0.05	
Altura E-Go Power	321	74	13	76.9%	96.0%	96	0.30	13	0.04	
Backroads E-Bike	317	18	6	94.3%	98.1%	18	0.06	6	0.02	
Total	18,648	3,883	1,151	79.2%	93.8%	5,018	0.27	1,247	0.07	

Bijlage 4 Visgraatdiagrammen



Bijlage 5 Trechtermeetplan

Meeteenheid (ding dat we meten)	Meetgrootheid (wat we meten van de meeteenheid)	Waarom meten deze meetgrootheid 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 Kwalitatief/Kwantitatief	Schaal van data (nominaal, nominaal/binair, ordinaal, interval, ratio)	Wat zijn de specificatielimiets (LSU/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
FTR%	Fietstrafe nr. lakbeoordeling	CTQ 1	Na de Klaining in het kwaliteitsysteem	discreet	kwantitatief	ratio	95% -> USL	PowerBI ingevuld door controleurs	Alle fietsen	Van 1 december tot 22 december
Fietstrafe	Slijpspooren	CTQ1a	Na de Klaining in het kwaliteitsysteem	discreet	kwantitatief	binair		PowerBI ingevuld door controleurs	Alle fietsen	Van 1 december tot 22 december
Fietstrafe	Drukken	CTQ1b	Na de Klaining in het kwaliteitsysteem	discreet	kwantitatief	binair		PowerBI ingevuld door controleurs	Alle fietsen	Van 1 december tot 22 december
Fietstrafe	Lasspellen	CTQ1c	Na de Klaining in het kwaliteitsysteem	discreet	kwantitatief	binair		PowerBI ingevuld door controleurs	Alle fietsen	Van 1 december tot 22 december
Fietstrafe	Pinholes	CTQ1d	Na de Klaining in het kwaliteitsysteem	discreet	kwantitatief	binair		PowerBI ingevuld door controleurs	Alle fietsen	Van 1 december tot 22 december
Fietstrafe	Schraal	CTQ1e	Na de Klaining in het kwaliteitsysteem	discreet	kwantitatief	binair		PowerBI ingevuld door controleurs	Alle fietsen	Van 1 december tot 22 december
Fietstrafe	Wt. uitgeslagen	CTQ1f	Na de Klaining in het kwaliteitsysteem	discreet	kwantitatief	binair		PowerBI ingevuld door controleurs	Alle fietsen	Van 1 december tot 22 december
Fietstrafe	Crasque	CTQ1g	Na de Klaining in het kwaliteitsysteem	discreet	kwantitatief	binair		PowerBI ingevuld door controleurs	Alle fietsen	Van 1 december tot 22 december
Fietstrafe	Snaaagspleet	CTQ1h	Na de Klaining in het kwaliteitsysteem	discreet	kwantitatief	binair		PowerBI ingevuld door controleurs	Alle fietsen	Van 1 december tot 22 december
Fietstrafe	Lakopen	CTQ1i	Na de Klaining in het kwaliteitsysteem	discreet	kwantitatief	binair		PowerBI ingevuld door controleurs	Alle fietsen	Van 1 december tot 22 december
Fietstrafe	Vervuiling in de lak	CTQ1j	Na de Klaining in het kwaliteitsysteem	discreet	kwantitatief	binair		PowerBI ingevuld door controleurs	Alle fietsen	Van 1 december tot 22 december

Bijlage 6 MSA

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P (vs > 0)
1	Fout	0.797980	0.223607	3.56867	0.0002
	Goed	0.797980	0.223607	3.56867	0.0002

Controleur1	Controleur2
1 Goed	1 Goed
2 Goed	2 Goed
3 Goed	3 Goed
4 Fout	4 Goed
5 Goed	5 Goed
6 Fout	6 Fout
7 Goed	7 Goed
8 Goed	8 Goed
9 Fout	9 Fout
10 Goed	10 Goed
11 Goed	11 Goed
12 Goed	12 Goed
13 Goed	13 Goed
14 Goed	14 Goed
15 Goed	15 Goed
16 Fout	16 Fout
17 Fout	17 Fout
18 Goed	18 Goed
19 Fout	19 Fout
20 Goed	20 Fout

Bijlage 7: Meetplan X'en

[illegible]

Bijlage 8: foto's van deuken in het productieproces



