



Een basis voor continu verbeteren bij AWL

Tim Salomons

Technische Bedrijfskunde

Juni 2016

Colofon

Auteur: T. Salomons
Email: t.salomons@student.utwente.nl

Universiteit Twente
Postbus 217
7500 AE Enschede

Faculteit: BMS
Vakgroep: IEBIS

Begeleider Universiteit Twente:
Dr. M.E. Iacob
Dr. C. Amrit

Begeleider AWL Techniek B.V.:
R. Bieshaar

Juni 2016

Voorwoord

Op 18 april 2016 ben ik bij AWL Techniek b.v. een onderzoek gestart, en in de 10 weken die daarop volgden is deze scriptie tot stand gekomen. De scriptie is geschreven ter afronding van de bachelor Technische Bedrijfskunde aan Universiteit Twente. Tijdens het onderzoek heb ik veel geleerd over AWL, haar processen en product en over het 'Engineering to order' productieproces in het algemeen. Bovendien heb ik meer inzicht gekregen in de vaardigheden die een Technisch Bedrijfskundige beheerst, en hoe dat van toepassing kan zijn in het bedrijfsleven. Ik ben elke dag met plezier met dit onderzoek bezig geweest en ben blij met het eindresultaat!

Graag wil ik Ron Bieshaar, mijn begeleider van AWL, bedanken voor zijn hulp bij het onderzoek. Hij heeft mij steeds in contact gebracht met de juiste personen, en maakte regelmatig tijd vrij om eens te sparren over de nieuwste ontwikkelingen van het onderzoek. Mede door zijn hulp en positieve, opbouwende feedback is dit onderzoek tot een goed einde gekomen. Ook zou ik Maria Iacob als begeleider van de Universiteit willen bedanken voor het meedenken in het proces en voor het geven van feedback op de voortgang. Ook Chintan Amrit zou ik willen bedanken voor het lezen van deze scriptie en zijn bijdrage in de beoordeling.

Tot slot wil ik mijn ouders bedanken voor het (opnieuw) verlenen van huisvesting gedurende de 10 weken van het onderzoek, en hun motiverende woorden om er een mooi project van te maken. Verder rest mij niets dan u veel plezier te wensen bij het lezen van deze scriptie.

Tim Salomons
16 augustus 2016

Managementsamenvatting

Dit verslag beschrijft een onderzoek bij AWL Techniek b.v. in Harderwijk. AWL is een producent van gerobotiseerde (las)verbindingsmachines. Bij AWL wordt een ticketsysteem gebruikt om fouten te rapporteren die in de interne processen zijn gemaakt. Het systeem bepaalt vervolgens hoe een fout opgelost moet worden en welke schakels in het bedrijf daarbij betrokken zijn. Het systeem fungeert dus om de oplossing te leiden, maar het bevat ook veel interessante data over de fouten vanuit het oorzakelijk perspectief. Met deze data wordt momenteel nog niet genoeg gedaan, en het doel van het onderzoek was dan ook om een manier te vinden om deze data om te zetten in informatie. Deze informatie is nuttig om structurele fouten te vinden en verbeterinitiatieven te nemen. De hoofdvraag van het onderzoek is dan ook:

Hoe moet het systeem worden ingericht waarin data over productiefouten worden omgezet in informatie, op basis waarvan AWL beslissingen kan nemen ten behoeve van het verbeteren van het productieproces, ter voorkoming van fouten?

Om de hoofdvraag op te lossen is de Design Science Research Methodology [12] gebruikt, dat gericht is op het ontwerp van een informatiesysteem. Aan de hand van deze aanpak is begonnen met het definiëren van het probleem. Vervolgens is eerst bepaald wat het resultaat (output) van het te ontwerpen systeem moet zijn, oftewel, welke informatie uit het systeem moet komen. Toen de gewenste informatie bekend was is bepaald welke data nodig is om deze informatie uit te extraheren. Tot slot is het systeem uitgedacht waarin de data wordt verzameld en omgezet naar informatie.

Het resultaat van het onderzoek is een dashboard waarin de data uit het ticketsysteem visueel wordt weergegeven. De gebruiker kan met behulp van het dashboard zijn faalkosten en capaciteitsverlies onderzoeken, en de oorzaak van deze posten achterhalen. Hij kan achterhalen op welke afdeling de meeste fouten zijn ontstaan, en hoe de faalkosten zijn verdeeld over de afdelingen. Ook kan de gebruiker onderzoeken welk fouttype op elke afdeling het meeste voorkomt en wat de gevolgen ervan zijn. Op die manier kan de gebruiker, wat in veel gevallen een manager zal zijn, achterhalen waar binnen AWL de pijn zit als het gaat om fouten. Deze informatie kan gebruikt worden om te bepalen welke verbeteringen nodig zijn en wat de prioriteit van verschillende verbeteringen is. Daarmee is het doel van dit onderzoek bereikt. Het dashboard heeft zelfs nog een extra functionaliteit waar mee de prestaties van het ticketsysteem en de

kwaliteit van de input van het dashboard gemeten en geanalyseerd kunnen worden.

Echter, om het dashboard te kunnen gebruiken is er wel bepaalde data als input nodig. Er is gebleken dat de benodigde data op dit moment nog niet wordt verzameld. Daarom moeten er enkele aanpassingen gedaan worden in het ticketsysteem. Zo is er een beslissingsboom ontwikkeld die in een ticket verwerkt moet worden, om te bewerkstelligen dat een ticket de juiste categorie meekrijgt m.b.t. veroorzakende afdeling en fouttype. Ook moeten de statussen in het systeem, die aangeven hoe ver de oplossing van het ticket vordert, consequent geformuleerd worden. Als dit verwerkt is dan verzameld het ticketsysteem de juiste data. Deze data, in combinatie met data uit het ERP systeem, zijn voldoende om het gecreëerde dashboard te runnen. Deze combinatie van data wordt gerealiseerd door het samenstellen van een data warehouse, waar het dashboard op draait.

Het moet wel gezegd worden dat bij de implementatie nog het meeste werk ligt. Het is essentieel dat de tickets goed ingevuld worden, en de faalkosten goed geboekt worden, om betrouwbare data te krijgen. Wordt dit niet goed gedaan door de medewerkers dan is de oplossing waardeloos. Gebeurt dit wel dan kan AWL met deze resultaten inzicht krijgen in de gevolgen van haar fouten en de oorzaken van de fouten onderzoeken. Op die manier kunnen ze besparen op hun faalkosten, om zo de prestaties van het bedrijf omhoog te drijven.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Managementsamenvatting	4
1 Inleiding	8
1.1 AWL Techniek b.v.	8
1.2 Het product	9
1.3 Aanleiding van het onderzoek	10
1.4 Probleemstelling	10
1.5 Onderzoeksvragen	11
1.6 Onderzoeksmethode	11
1.7 Afbakening	12
1.8 Verslagstructuur	13
2 Theoretisch Kader	14
2.1 Business Performance Management	14
2.2 Business Intelligence	20
3 Huidige Situatie	25
3.1 Bedrijfsvoering	25
3.2 Organisatiestructuur	27
3.3 Het CRT Systeem	30
3.4 Procesverloop in detail	32
4 Fouten en KPI's	37
4.1 Fouten in het proces	37
4.2 Inzicht in fouten	41
4.3 Categorisering van fouten	41
4.4 Performance variabelen en KPI's	44
5 Datacollectie	48
5.1 Benodigde data	48
5.2 Herinrichting Ticketsysteem	49
5.3 Koppeling aan Navision	56

5.4	Faalkosten registratie	56
6	Data Sample en Dashboard	58
6.1	Data Sample	58
6.2	Dashboard	60
7	Implementatie	63
7.1	Gebruik op de vloer	63
7.2	Gebruik op kantoor	64
7.3	Algemene implementatie	65
8	Conclusie	66
8.1	Conclusie	66
8.2	Discussie en aanbevelingen	67
8.3	Mogelijkheden voor vervolgonderzoek	68
	Appendices	71
A	Ticketformulier	72
B	Process Flow CRT systeem	76
C	Dashboard	78

1. Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een inleiding op AWL, de opdracht en op het verslag. Eerst zullen het bedrijf AWL Techniek b.v. en het product dat zij verkopen verder toegelicht worden. Daarna wordt er iets verteld over de aanleiding en de opzet van het onderzoek, met achtereenvolgend de probleemstelling, onderzoeksvragen, onderzoeksmethode en de afbakening als hoofdzaken. Tot slot zal de structuur van de rest van het verslag toegelicht worden.

1.1. AWL Techniek b.v.

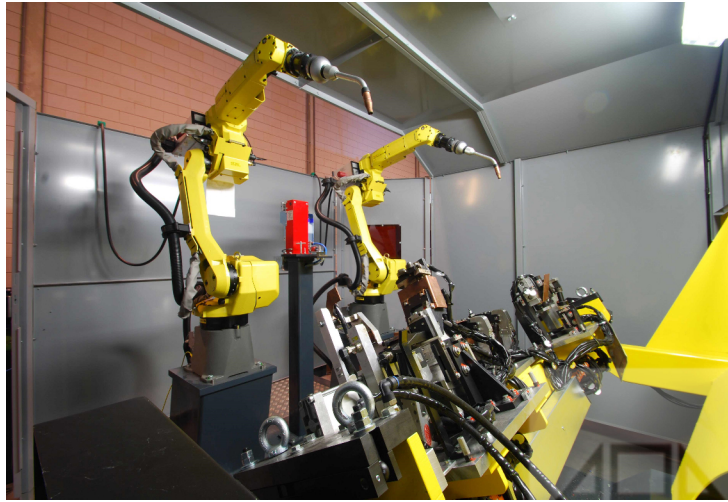
AWL Techniek b.v. (verder: AWL) is een fabrikant van gerobotiseerde lasmachines, gevestigd in Harderwijk. In 1993 is het bedrijf ontstaan uit een doorstart, met 48 werknemers. Inmiddels is het een internationaal bedrijf geworden dat ook vestigingen in Tsjechië en China heeft, en in totaal werken er ongeveer 420 mensen. AWL is expert op het gebied van boog-, weerstand-, en laserlassen. Deze kennis wordt toegepast bij het ontwerpen en bouwen van high-tech producten die het lasproces automatiseren.

AWL is typisch een bedrijf dat op projectbasis werkt en erg klantspecifieke producten levert. Om een project tot een goed einde te brengen wordt eerst een machine ontworpen door de engineers van AWL, daarna worden alle onderdelen ingekocht en tot slot wordt het product geassembleerd en uitvoerig getest. Daarna wordt het product opgeleverd en geïnstalleerd bij de klant. Hoewel de werkzaamheden voornamelijk bestaan uit ontwerpen, inkopen en assembleren, heeft AWL ook faciliteiten om producten/materialen te bewerken. Een deel van de fabriek is ingericht om te verspanen, zagen, spuiten en (handmatig) te lassen. Met deze faciliteiten kunnen ingekochte producten nog bewerkt worden en gereed gemaakt voor assemblage.

Op de bovenste verdieping van het kantoor van AWL zit een andere organisatie, MechDes. MechDes is een ingenieurbureau dat een deel van de engineering van de producten van AWL voor haar rekening neemt. Hoewel MechDes formeel gezien een andere organisatie is, bestaan bijna al haar werkzaamheden uit engineering voor AWL en zit ze aangesloten op alle interne systemen van AWL. Omdat AWL voor 90% eigenaar is van MechDes, is de verwachting dat MechDes in de toekomst in het geheel onderdeel wordt van AWL.

1.2. Het product

Zoals gezegd is AWL een producent van lasrobots (zie figuur 1.1). Grofweg onderscheiden ze drie productgroepen, maar in wezen is elk product uniek ontworpen. De drie productgroepen zijn Body en Seating voor de automotive industrie en Special voor enkele andere industrieën. Onder Body vallen de robots die de carrosserie van een auto in



Figuur 1.1: Een eenvoudige AWL robotlasmodule (*Bron: awl.nl*)

elkaar lassen, bijvoorbeeld (delen van) het frame. In de productgroep Seating vallen de robots die autostoelen in elkaar lassen. De machines die in deze twee productgroepen vallen bestaan vaak uit een mal, waar alle aan elkaar te lassen onderdelen in gelegd worden, de robot die de onderdelen aan elkaar last, en een veilige behuizing eromheen. De derde productgroep, Specials, is heel divers. Daar worden geautomatiseerde productielijnen gebouwd die bijvoorbeeld metalen kasten of metalen kozijnen/deurposten lassen. Aan de voorkant van dergelijke machines worden de metalen platen van een kast ingevoerd en aan de achterkant wordt het afgewerkte product afgeleverd. Kasten en kozijnen zijn slechts twee voorbeelden, in de categorie specials vallen veel soorten producten. Het is van belang dat de producten van zeer hoge kwaliteit zijn en de gewenste laskwaliteit waarborgen. Een product dat geen hoge kwaliteit lassen produceert kan bijvoorbeeld in de automotive branche levensgevaarlijk zijn.

Op dit moment staat AWL nog bekend als producent van lasmachines maar eigenlijk wil ze daar verandering in brengen. AWL gebruikt naast lassen namelijk ook andere verbindingstechnieken zoals lijmen. Graag zou ze dus bekend staan als een specialist in geautomatiseerd verbinden, en niet alleen lassen. Een andere verandering die AWL op dit moment doorgaat is de omslag van "Engineering to Order" (ETO) naar "Configure to Order" (CTO). Waar de producten nu pas worden ontworpen op het moment dat de bestelling binnenkomt (ETO), wil AWL in de toekomst een groter deel van de werkzaamheden standaardiseren. Dat houdt in dat van veel machines de basis al ontworpen

is, en op het moment dat de bestelling binnenkomt dan zal deze basis uitgewerkt worden naar de specifieke wensen van de klant (CTO).

1.3. Aanleiding van het onderzoek

Ongeveer twee jaar geleden heeft AWL het Change Request Ticket (CRT) systeem in gebruik genomen. Als er ergens in de bedrijfsprocessen een fout heeft plaatsgevonden, dan helpt dit systeem om het oplossingsproces richting te geven en te begeleiden. Als er ergens een fout wordt aangetroffen dan schiet een medewerker een ticket in, waarop hij aangeeft wat de fout is en wat voor type fout het is. Op basis van het type fout is gedefinieerd via welke afdelingen dit ticket opgelost gaat worden. Het systeem is als het ware een communicatiemiddel tussen verschillende afdelingen om het oplossingsproces vloeiend te laten lopen. Over het algemeen zijn verschillende spelers binnen het bedrijf erg tevreden over de werking van het ticketsysteem. Er zijn echter mensen binnen AWL die vinden dat het ticketsysteem meer potentie heeft. Achter het ticketsysteem hangt immers een enorme database (ongeveer 10.000 tickets) die veel data bevat over gemaakte productiefouten. Goede analyse van de database biedt mogelijkheden tot het identificeren van structurele fouten, wat erg interessante informatie is om verbeterprocessen op te sturen.

Hoewel het systeem op dit moment vrij goed functioneert als effectief communicatiemiddel, wordt het analyse aspect nog (vrijwel) niet ingevuld. Op die manier is binnen AWL de vraag ontstaan naar een onderzoek waarin wordt bekeken hoe de data uit de database kunnen worden omgezet in informatie om verbeterprocessen te sturen.

1.4. Probleemstelling

Oorspronkelijk heeft AWL de opdracht gegeven om de huidige database te analyseren en daar conclusies uit te trekken. Echter, naar aanleiding van gesprekken met de manager assemblage, manager logistiek en manager engineering, en na het bestuderen van de huidige database is de conclusie getrokken dat een ander doel van de opdracht interessanter is. Omdat de huidige ticketsysteem ingericht is op het sturen van het oplossingsproces, en niet op het verzamelen van waardevolle data voor analyse, is het complex of zelfs onmogelijk om een gedegen analyse op de data te doen. Gezien het feit dat deze analyse wel iets is wat AWL wil realiseren, is het van belang dat het ticketsysteem anders wordt ingericht zodat het wel geschikt is voor analyse. Het is daarbij wel belangrijk dat deze wijzigingen er niet voor zorgen dat de huidige functie van het systeem, namelijk het begeleiden van het oplossingsproces, minder effectief wordt. Op basis van het bovenstaande is de volgende probleemstelling opgesteld:

Hoe moet het systeem worden ingericht waarin data over productiefouten worden omgezet in informatie, op basis waarvan AWL beslissingen kan nemen ten behoeve van het verbeteren van het productieproces, ter voorkoming van fouten?

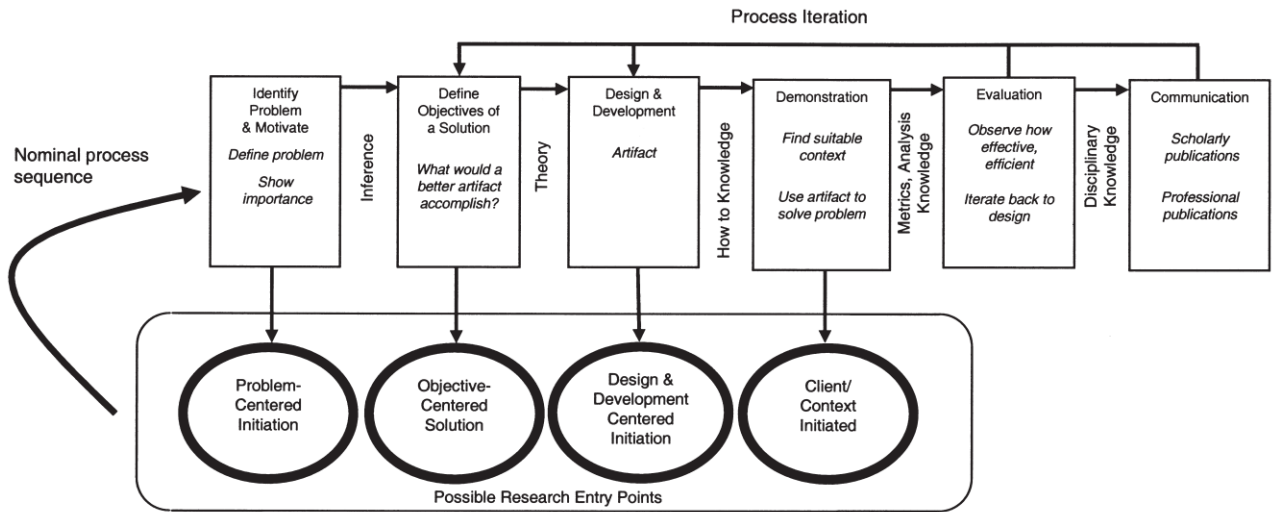
1.5. Onderzoeksvragen

Om de probleemstelling op te lossen moeten er een aantal onderzoeksvragen beantwoord worden. De onderzoeksvragen zijn opgesteld met de onderzoeksmethode en probleemstelling als basis. Deze onderzoeksmethode is in de volgende paragraaf toegelicht. De volgende onderzoeksvragen zijn opgesteld:

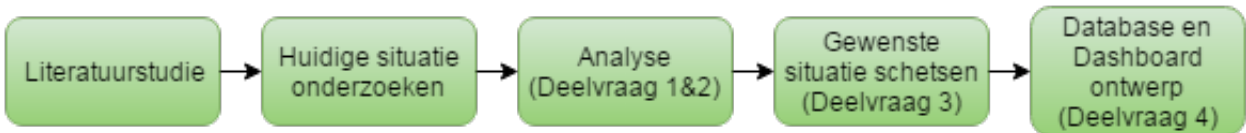
1. Welke KPI's van het productieproces zijn nodig om vast te kunnen stellen waar verbetering nodig is, zodat het aantal productiefouten verminderd kan worden?
 - (a) Wat zijn mogelijke oorzaken van productiefouten?
 - (b) Welke KPI's moeten gekozen worden om deze oorzaken bloot te leggen?
2. Welke data over productiefouten zijn nodig als input om de gekozen KPI's te kunnen berekenen?
3. Hoe moet het ticketsysteem ingericht worden zodat het de benodigde data over productiefouten aanlevert?
 - (a) Hoe ziet het huidige ticketsysteem eruit en welke data levert het aan?
 - (b) Welke aanpassingen heeft dit systeem nodig zodat het de benodigde informatie aanlevert, zonder dat dit het huidige functioneren van het systeem aantast?
4. Hoe moet de database ingericht worden zodat de data over productiefouten makkelijk omgezet kan worden in informatie om verbeterbeslissingen op te nemen?
 - (a) Hoe kan deze data visueel weergegeven worden in de vorm van een dashboard?

1.6. Onderzoeksmethode

De onderzoeksmethode die gebruikt zal worden is beschreven door Pfeffers et al.[12] als de Design Science Research Methodology (DSRM). Pfeffers zegt dat de DSRM al geaccepteerd is in de engineering discipline, maar het is ook toepasbaar op het ontwikkelen van een informatiesysteem. Deze methodologie bestaat uit een aantal stappen die zijn weergegeven in figuur 1.2. De onderzoeksvragen zijn ook te linken aan de stappen van dit model. De stap 'Identify Problem & Motivate' is in voorgaande paragrafen uitgevoerd. De tweede stap 'Define Objectives of a Solution' wordt ingevuld met behulp van onderzoeksvraag 1. De derde stap 'Design & Development' wordt uitgevoerd in onderzoeksvraag 2, 3 en 4. Daarna wordt ook nog de vierde stap 'Demonstration' doorlopen als het eindresultaat van het onderzoek wordt gepresenteerd aan AWL. De laatste twee stappen, 'Evaluation' en 'Communication' zullen niet doorlopen worden tijdens deze opdracht, omdat hier simpelweg geen mogelijkheid toe is. De activiteiten die concreet voor dit onderzoek gaan plaatsvinden zijn te zien in figuur 1.3.



Figuur 1.2: Design Science Research Methodology: Process Model (Bron: Pfeffers et al [12])



Figuur 1.3: Verloop van het onderzoek

1.7. Afbakening

Dit onderzoek heeft als doel om geschikte KPI's te detecteren, te zorgen dat de juiste data aanwezig is om deze KPI's te berekenen, en een manier te vinden om de KPI's grafisch weer te geven in een dashboard. Dit is dus alleen het verschaffen van informatie aan managers over hun processen. Er zullen door mij geen inspanningen gedaan worden om de gevonden structurele fouten op te lossen. Dit stuk verbetering wordt overgelaten aan het management van AWL.

Daarnaast hebben de aanpassingen aan het ticketsysteem die uit dit onderzoek zullen komen slechts als doel om de data in het systeem analyseerbaar te maken. Het systeem heeft meer verbetermogelijkheden, bijvoorbeeld in de vorm van gebruiksgemak. Systeemaanpassingen om dergelijke aspecten te verbeteren zullen niet meegenomen worden in dit onderzoek.

Als blijkt dat de oude data uit het systeem toch nog enigszins geanalyseerd kan worden met de ontworpen methode, dan zal dit, mits de tijd het toelaat, meegenomen worden in het onderzoek. Als er echter tijd tekort is dan zal deze analyse niet meer meegenomen worden.

1.8. Verslagstructuur

In dit verslag worden achtereenvolgens de volgende zaken beschreven. Hoofdstuk 2 begint met het theoretisch kader, welke bedoeld is om de benadering van het probleem vanuit de literatuur te beschrijven. In hoofdstuk 3 wordt de huidige situatie op een aantal vlakken beschreven. Dit is gedaan om de lezer een context te geven van het probleem, wat tot beter begrip zal leiden. Bovendien is in dit hoofdstuk ook deelvraag 3a beantwoord. In hoofdstuk 4 wordt heel deelvraag 1 uitgewerkt. Er wordt beschreven waar fouten kunnen ontstaan en hoe KPI's gebruikt gaan worden om er iets over te zeggen. Hoofdstuk 5 is gebruikt om te beschrijven hoe de datacollectie in de gewenste situatie plaatsvindt, en het hoofdstuk geeft tevens een antwoord op deelvraag 2 en 3b. In hoofdstuk 6 worden het datawarehouse, data sample en het dashboard nader toegelicht. Deze zijn ook daadwerkelijk in Excel en Qlikview uitgewerkt, maar dit hoofdstuk bevat de redenering erachter. Het hoofdstuk geeft tevens antwoord op deelvraag 4. In hoofdstuk 7 is de implementatie van het nieuwe handelen rond het CRT systeem beschreven. Tijdens de opdracht is de vraag naar dit hoofdstuk ontstaan. Tot slot worden in hoofdstuk 8 de conclusies en aanbevelingen beschreven.

2. Theoretisch Kader

In dit hoofdstuk wordt de literatuurstudie uiteengezet. De opdracht heeft te maken met veel verschillende vlakken en vakgebieden, en die zijn hieronder genoemd. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen twee hoofdlijnen waaronder de literatuur is ingedeeld. De eerste is het Business Performance Management en het tweede is Business Intelligence.

2.1. Business Performance Management

Het eerste deel van deze literatuurstudie zal gedaan worden vanuit het perspectief van Business Performance Management (BPM). BPM is erop gericht om de prestaties van processen binnen een bedrijf te meten, te beoordelen of deze prestaties aan de norm voldoen, en om actie te ondernemen als processen verbetering behoeven. Eerst volgt er een stuk over Lean/Six Sigma, een continu verbetermodel. Daarna worden Key Performance Indicators (KPI's), die een hoofdrol spelen in BPM, in zijn algemeenheid behandeld en de Balanced Scorecard als methode om een goede set KPI's op te stellen. Er wordt afgesloten met een stuk over dashboard design, het visueel weergeven van data om prestaties te kunnen aflezen.

2.1.1 (Lean)/Six Sigma en DMAIC

Six Sigma is een continu verbetermodel dat breed wordt gebruikt in verschillende industrieën. General Electric heeft Six Sigma als volgt gedefinieerd: "A disciplined methodology of defining, measuring, analysing, improving, and controlling the quality in every one of the company's products, processes, and transactions - with the ultimate goal of virtually eliminating all defects." [14]. Six Sigma probeert om zo veel mogelijk variantie uit het proces te halen om tot zo hoog mogelijke kwaliteit te komen. Six Sigma pleit zelfs voor slechts 3,4 fouten per miljoen mogelijkheden [13]. Om hiertoe te komen wordt de DMAIC methodologie gebruikt [15] (zie figuur 2.1). DMAIC staat voor Define, Measure, Analyze, Improve, Control. Het zijn de stap-



Figuur 2.1: DMAIC (Bron: www.ariscommunity.com)

pen die continu doorlopen worden om processen te verbeteren. Een korte toelichting op de stappen:

- **Define** In deze fase wordt gedefinieerd wat het exacte probleem is waar de verbetering op gericht is en wat het doel is van de verbeteringsactie.
- **Measure** Het huidige systeem wordt gemeten. Er moet gevalideerd worden of het gedefinieerde probleem wel echt een probleem is. In deze fase wordt de data verzameld voor de analyse fase.
- **Analyze** Het huidige systeem analyseren om het gat tussen de werkelijke prestaties van het systeem en het doel te elimineren. Wat zijn de rootcauses van je gedefinieerde probleem? Met behulp van de verzamelde data in de meetfase moeten deze rootcauses gevalideerd worden.
- **Improve** De verbetering doorvoeren. Er worden ideeën bedacht om de rootcauses te verwijderen. Oplossingen worden getest en de oplossingen die werken worden geïmplementeerd. Er wordt gekeken hoeveel de situatie nu echt is verbeterd.
- **Control** Het nieuwe systeem controleren. Kan de verbetering vastgehouden worden? Of was het slechts een tijdelijke verbetering? Aan het einde van deze fase begint de eerste fase weer, op zoek naar andere problemen die te verbeteren zijn.

Deze 5 stappen worden toegepast in het continu verbetermodel Six Sigma. Soms wordt dit model gecombineerd met het Lean model. De overeenkomst tussen Lean en Six Sigma is dat ze beide als doel hebben om waste te elimineren. Het verschil is dat Six Sigma dit doet door variantie te verminderen en Lean doet dit door stappen uit het proces te verwijderen die geen waarde toevoegen voor de klant. Lean en Six Sigma zijn goed te combineren in het Lean/Six Sigma model. Het voordeel van dit gemengde model ten opzichte van Six Sigma is dat het snelheid toevoegt. Nuttelose stappen worden uit het proces verwijderd wat ervoor zorgt dat de processen sneller verlopen.

2.1.2 Key Performance Indicators

Volgens Boddy zijn Key Performance Indicators (KPI's) een samengevatte set van de meest belangrijke maatstaven die managers vertellen hoe goed activiteiten meewerken aan het halen van doelen van de organisatie [1]. Boddy zegt dat KPI's ingedeeld kunnen worden onder 5 algemene prestatie maatstaven, namelijk kwaliteit, betrouwbaarheid, snelheid, flexibiliteit en kosten. Elke van deze algemene maatstaven kan uitgedrukt worden in veel kleine en specifieke maatstaven. Een specifieke maatstaf voor snelheid zou bijvoorbeeld de levertijd van producten kunnen zijn. Door geschikte KPI's voor een organisatie te kiezen, kan een manager alleen door het kijken naar deze KPI's zien op welke gebieden de organisatie naar wens presteert, en op welke gebieden verbetermogelijkheden liggen. Als de juiste KPI's zijn gekozen dan geven die gezamenlijk ook de strategie van de organisatie weer. Zo zal een organisatie die als onderdeel van de

strategie hoge kwaliteit producten wil leveren meer KPI's gericht op kwaliteit hebben dan KPI's gericht op kosten van het product. Een juiste set KPI's helpt een manager dus om snel te overzien of een organisatie haar strategische doeleinden haalt.

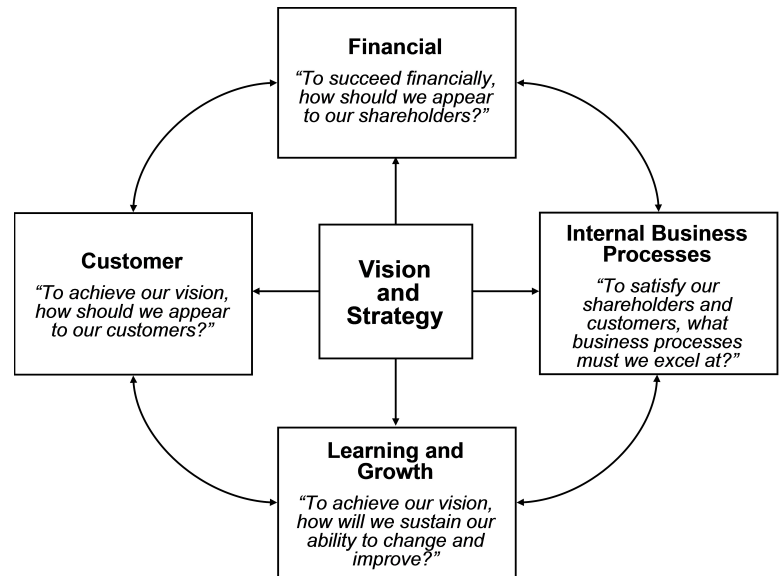
Goede KPI's voldoen aan een aantal voorwaarden zodat ze effectief gebruikt kunnen worden. Paulen en Finken [11] geven de volgende criteria waar een goede KPI aan voldoet:

- **De KPI moet specifiek zijn.** Het moet voor alle relevante personen in een organisatie duidelijk zijn wat een bepaalde KPI betekent. Bijvoorbeeld de "Sales forecast" is een onduidelijke, niet specifieke KPI. Managers weten niet wat de waarde van de KPI zegt en waar het vandaan komt. Als dezelfde KPI is gespecificeerd als "Totaalwaarde van alle lopende deals die in het systeem staan en naar verwachting het komende kwartaal worden afgesloten", dan is dat een specifiek getal en kunnen managers iets met de uitkomst.
- **Het moet duidelijk zijn wie verantwoordelijk is voor een KPI.** Als uit de waarde van een KPI blijkt dat er actie ondernomen moet worden om die waarde te verbeteren, dan moet het duidelijk welke persoon/afdeling/etc. er verantwoordelijk is voor die KPI. Als dit niet het geval is dan zal de KPI een interessant weetje zijn, maar geen basis voor actie.
- **De KPI is meetbaar.** Een KPI moet meetbaar zijn om te kunnen bepalen of de huidige prestatie op de KPI voldoende is, of dat er verbetering nodig is.
- **KPI's moeten op dezelfde tijdsbasis bekeken worden.** Sommige KPI's kunnen realtime bijgehouden worden, andere eens per week, maand of zelfs kwartaal. Het is belangrijk dat KPI's die met elkaar vergeleken moeten worden om een totaalbeeld van de organisatie te krijgen, over eenzelfde tijdsspanne gaan.
- **Gebruik niet te veel KPI's.** KPI's worden gebruikt om managers in korte tijd een overzicht te geven van prestaties. Als er enorm veel KPI's gepresenteerd worden, dan is het voor de manager lastig om een overzicht te krijgen. Het is van belang dat alleen de belangrijkste KPI's gebruikt worden.
- **KPI's moeten doelstellingen hebben.** Een goede KPI heeft een doelstelling aan zich verbonden. Op die manier kan bepaald worden of de KPI verbetering nodig heeft, of dat het al aan de eis voldoet.
- **KPI's moeten een afspiegeling zijn van de doelen van een organisatie.** Dit criterium is al eerder aan bod gekomen. Goede KPI's zijn strategisch gekozen en houden de organisatie op het juiste pad om gestelde doelen te bereiken.

In het onderzoek is het dus van belang dat er bij het selecteren van KPI's rekening gehouden wordt met bovenstaande punten.

2.1.3 Balanced Scorecard

De Balanced Scorecard is een prestatie-meting en prestatie-management methode die een organisatie helpt om doelen op financieel, klant, interne processen en leer- en groei perspectief te vertalen naar uitvoerbare initiatieven [16]. De methodologie wordt voornamelijk gebruikt om strategie te vertalen naar actie. Dit wordt gedaan door eerst de strategie van een bedrijf uit te drukken in relevante KPI's. Voor deze KPI's worden doelen opgesteld om vervolgens te meten of deze doelen worden gehaald. Zo niet dan moeten er verbeterplannen worden bedacht om deze doelstellingen wel te halen. Door selectie van de juiste KPI's en geschikte doelstellingen kan het bedrijf ervoor zorgen dat de strategie wordt vertaald in concrete acties, gebaseerd op deze KPI's. Veel bedrijven die werken met KPI's gebruiken voornamelijk financieel gefundeerde indicatoren (omzet, rendement etc.). De kracht van de Balanced Scorecard is dat het verder kijkt dan het financieel perspectief, en ook andere perspectieven betreft in de KPI's (zie figuur 2.2). Door de KPI's in te delen in vier verschillende perspectieven kan het bedrijf beslissingen maken die gebaseerd zijn op meer dan alleen het financieel perspectief. De volgende vier perspectieven worden gebruikt [5]:



Figuur 2.2: De vier perspectieven van de Balanced Scorecard (*Bron: sterling-strat.com*)

- **Het financieel perspectief.** Voor elk bedrijf is het belangrijk om financiële doelstellingen te halen, om de continuïteit te waarborgen en om eventuele aandeelhouders tevreden te houden. Dit perspectief mag dan ook niet ontbreken als de totale performance van het bedrijf gemeten wordt. De KPI's die geselecteerd worden in dit perspectief hebben vaak te maken met winstgevendheid, rendement en kosten.
- **Het klantperspectief** (ook wel afnemersperspectief). Onder dit perspectief vallen alle aspecten van het bedrijf waar de klant direct mee in aanraking komt. Dit kan variëren van producteigenschappen (prijs, kwaliteit) tot klantenservice en imago van het bedrijf. Sommige aspecten zijn lastig meetbaar te maken met indicatoren, maar daar wordt toch een poging toe gedaan.
- **Het interne processenperspectief.** Vanuit dit perspectief bepalen managers welke bedrijfsprocessen het meest essentieel zijn om doelstellingen voor aandeel-

houders en beoogde klanten te verwezenlijken. Indicatoren hiervoor kunnen bijvoorbeeld te maken hebben met het productieproces en de kwaliteit daarvan, maar ook met de mate van innovatie en het serviceproces.

- **Het leer- en groeiperspectief.** Dit perspectief leert om niet alleen te kijken naar prestaties in het verleden, maar ook naar de toekomst. Besparen op opleiding van medewerkers en capaciteiten van informatiesystemen werkt op korte termijn vaak rendementsverhogend maar op lange termijn is het tegengestelde waar. Indicatoren in dit perspectief zeggen iets over bijvoorbeeld opleiding van medewerkers en capaciteit van informatiesystemen en verplichtten het management om over deze zaken na te denken met het oog op de toekomst. Door juiste doelstellingen in dit perspectief te zetten worden ook deze zaken gewaarborgd.

Door prestaties af te meten aan de hand van deze vier perspectieven en te vergelijken met gezette doelstellingen kan gedetecteerd worden in welke aspecten van de bedrijfsvoering verbeteringen nodig zijn. Dit is dus de informatie voor verbeterbeslissingen die in de eerste stap van dit onderzoek verkregen moet worden.

Balanced Scorecard op afdelingsniveau

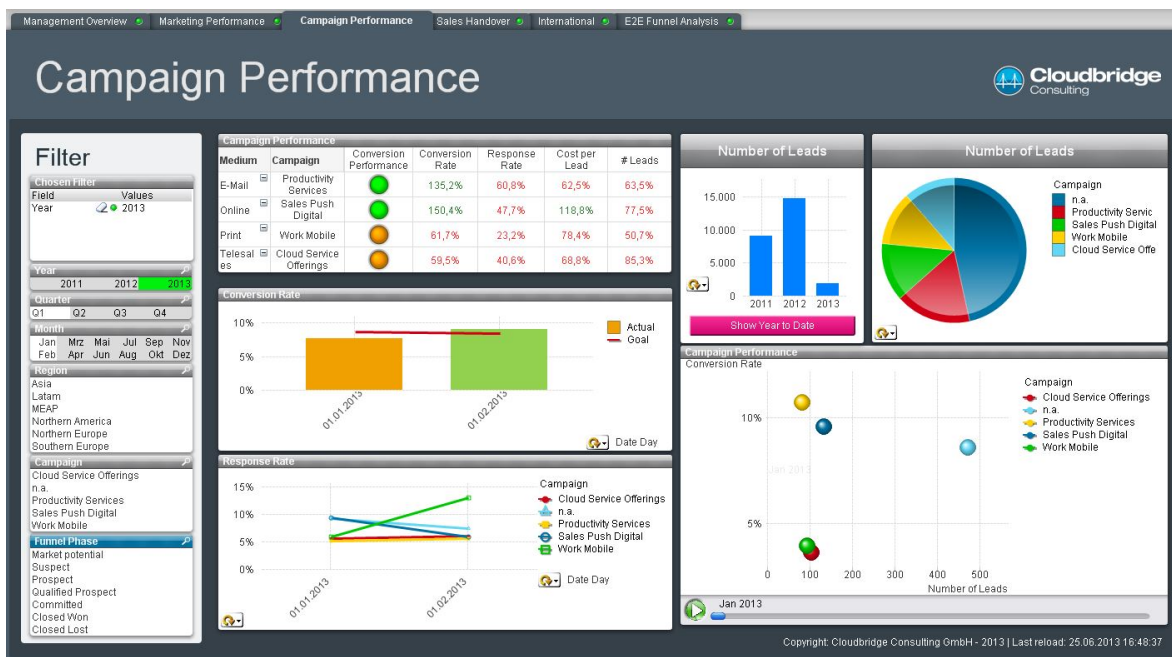
Veelal wordt de Balanced Scorecard gebruikt op bedrijfsniveau om strategie te vertalen naar concrete acties. Dit onderzoek is echter niet gericht op het bedrijfsniveau, maar op afdelingsniveau, namelijk de productie. Omdat een Balanced Scorecard op bedrijfsniveau vaak slechts enkele KPI's per afdeling gebruikt om complexiteit te voorkomen, geeft dit relatief weinig informatie voor verbeterbeslissingen op afdelingsniveau. De Balanced Scorecard kan echter ook op afdelingsniveau ingericht worden, om verbetermogelijkheden voor een specifiek proces te detecteren [10]. Dit is al eens gedaan voor een Sales afdeling, maar er is weinig literatuur te vinden over een Balanced Scorecard specifiek voor de productieafdeling. In de methodologie van de Balanced Scorecard zijn vier perspectieven gedefinieerd, maar op afdelingsniveau kan het zijn dat deze perspectieven niet allemaal relevant zijn. Als dit het geval is dan is het vooral van belang om aan de achterliggende gedachte van de Balanced Scorecard vast te houden, namelijk dat de performance van een afdeling niet alleen uit het financiële perspectief afgemeten moet worden. Het is dus belangrijk dat gebruikte KPI's uit meerdere perspectieven komen, maar dit hoeven niet perse de vier perspectieven te zijn die de Balanced Scorecard definieert. (see[11], p. 42)

2.1.4 Dashboard design

Een dashboard is een visuele weergave van informatie. De input van een dashboard is data en het dashboard zet dat om in informatie. Een dashboard brengt dus relaties en interpretaties aan in de data. Vervolgens is het aan de medewerkers om deze informatie om te zetten in kennis, en op basis van deze kennis verbeteringen te bedenken. De informatie is vaak weergegeven in de vorm van KPI's (eventueel opgesteld m.b.v. de

Balanced Scorecard [8]), maar niet altijd. Volgens Few [3] en Eckerson [2] kunnen dashboards een rol vervullen op 3 verschillende niveaus [7]

- **Strategisch dashboard.** Strategische dashboards geven een overzicht van de prestatie van een bedrijf op hoog niveau. De gehele prestatie van het bedrijf wordt uitgedrukt in slechts enkele KPI's. Deze dashboards zijn vaak extreem eenvoudig ingericht en geven alleen basisinformatie weer, en weinig mogelijkheden tot verdere analyse van bepaalde weergaven.
- **Analytisch dashboard.** Analytische dashboards moeten anders ontworpen worden dan strategische dashboards. De data hebben vaak meer context nodig, om te kunnen bepalen waar bepaalde resultaten vandaan komen. De gebruiker moet bijvoorbeeld resultaten kunnen vergelijken met resultaten uit het verleden, of resultaten van andere afdelingen. Ook zijn de prestatiemetingen die het dashboard laat zien vaak op lager niveau en gedetailleerder. De gebruiker moet interactief met de data bezig kunnen, bijvoorbeeld door middel van filters. Op die manier kan de gebruiker met behulp van het dashboard de oorzaken van bepaalde resultaten boven water krijgen.
- **Operational dashboard.** Een operational dashboard ondersteunt het uitvoeren van bepaalde activiteiten/processen. De input data voor het dashboard is realtime, en het dashboard moet eenvoudig zijn zodat snel beslissingen genomen kunnen worden op basis van weergegeven informatie. De informatie die op dit soort dashboards wordt weergegeven is vaak het meest specifiek en in detail. Dat is nodig om processen realtime te sturen op basis van de informatie.



Figuur 2.3: Voorbeeld van een performance dashboard (Bron: *market.qlik.com*)

Één van de cruciale aspecten van een dashboard is dat alleen essentiële informatie wordt getoond en dat dit in één oogopslag bekeken kan worden. Ook in een analytisch dashboard moeten alleen de belangrijkste KPI's meteen zichtbaar zijn, zodat de gebruiker meteen ziet welk gebied zijn aandacht nodig heeft. Vervolgens kunnen er tools ingebouwd worden om de waarden van deze KPI's verder te onderzoeken en te verklaren. Een dashboard kan ook kwalitatieve informatie bevatten, al is dit minder gebruikelijk dan kwantitatieve informatie. Sommige processen zijn nu eenmaal niet kwantitatief uit te drukken dus kunnen daar kwalitatieve metingen voor gebruikt worden.

Er zijn geen vaste voorschriften voor wat een dashboard moet bevatten en waar het aan moet voldoen. Elke situatie vereist een andere inrichting, andere KPI's en een andere vormgeving. Het is aan de designer om hier gefundeerde keuzes in te maken. Het is voor de designer vooral belangrijk om voor ogen te houden wie de gebruiker van het dashboard wordt en in elke designstap na te denken welke informatie deze gebruiker nodig heeft. Een voorbeeld van een performance dashboard is te zien in figuur 2.3.

2.2. Business Intelligence

Naast een stuk over Business Performance Management is er ook een stuk context over Business Intelligence (BI) nodig. BI is een verzamelnaam voor applicaties, infrastructuur en tools die toegang geven tot informatie en de mogelijkheden om die te analyseren, met als doel het verbeteren en optimaliseren van beslissingen en prestaties. Dit onderzoek bevat ook een deel BI, namelijk het database systeem achter het dashboard. In

dit deel volgt dan ook een stuk over Data warehouses, een stuk over Multidimensional modeling en OLAP, en een stuk over kwaliteit van data.

2.2.1 Data warehouses

Turban et al. [16] en Vaisman [17] geven een zeer vergelijkbare definitie van een data warehouse: "A data warehouse is a subject-oriented, integrated, time-variant, nonvolatile collection of data in support of management's decision-making process.". Data warehouses zijn ontstaan toen men tot de conclusie kwam dat systemen die ondersteunen in dagelijkse werkzaamheden, denk bijvoorbeeld aan ERP en CRM systemen, vaak geen geschikte data afleveren voor het doen van gedegen analyses. Data warehouses zijn wel geschikt voor dergelijke analyses om de 4 eigenschappen van een data warehouse die in de definitie al zijn genoemd:

- **Subject-oriented** Data warehouses zijn ingedeeld in gedetailleerde onderwerpen, waardoor men er niet alleen uit kan afleiden óf de prestaties goed zijn, maar ook waarom. Systemen ingericht op dagelijkse werkzaamheden zijn vaak meer product georiënteerd om transacties te verwerken. Een indeling per onderwerp geeft meer zicht op de situatie.
- **Integrated** In een data warehouse is data zowel fysiek als logisch geïntegreerd. Fysiek geïntegreerd wil zeggen dat de data uit verschillende systemen bij elkaar in één warehouse staan. Logisch geïntegreerd wil zeggen dat alle definities van de data uit verschillende systemen geïntegreerd wordt, waardoor alle data in het warehouse eenduidig gedefinieerd is.
- **Time-variant** Time-variant wil zeggen dat een warehouse veel historische data bevat. Daardoor kunnen er trends, afleidingen en relaties gelegd worden in de data.
- **Nonvolatile** Nonvolatile wil zeggen dat de data voor lange tijd ongewijzigd in het warehouse blijft staan. In veel systemen voor dagelijks gebruik wordt data verwijderd als het niet meer nodig is. Voor gedegen analyse is historische data nodig, en dus blijft het in een warehouse bewaard.

Een data warehouse bevat vaak bedrijfsbrede data, wat vervolgens wordt opgedeeld in data marts, die relevante data bevatten per afdeling. Het verschilt per organisatie hoe dat is ingericht. Sommige organisaties hebben een data warehouse wat is opgedeeld in verschillende data marts (Hub-and-spoke). Andere organisaties werken met allemaal onafhankelijke data marts per afdeling, die allemaal hun eigen relevante informatie verzamelen. Weer andere organisaties hebben wel alleen data marts, maar deze zijn wel weer onderling verbonden. Welke vorm geschikt is voor dit onderzoek is afhankelijk van de huidige inrichting van data warehouses. Als blijkt dat data warehouses nog helemaal niet in gebruik zijn is het het meest eenvoudig om een losstaande data mart te maken voor de assemblage afdeling.

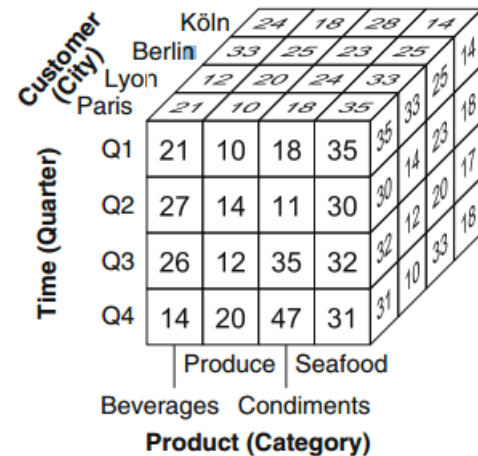
2.2.2 Multidimensional Modeling en OLAP

Data warehouses bevatten veel historische data, die informatie moeten verschaffen die helpen bij het maken van beslissingen. Veel mensen zijn het erover eens dat een data warehouse ingericht moet worden met behulp van Multidimensional(MD) Modeling [6] om de analyse te ondersteunen. MD modeling deelt informatie in in feiten en dimensies. Feiten zijn interessante metingen van processen (bijvoorbeeld het aantal productiefouten of de hoogte van faalkosten) en dimensies geven de context voor analyse weer. "Afdeling" kan bijvoorbeeld een dimensie zijn, als je het aantal productiefouten (feit) wilt kunnen bekijken per afdeling (dimensie).

Een stuk analyse dat uit deze indeling in feit en dimensie zou kunnen komen is: "De afdeling Engineering is verantwoordelijk voor de meeste productiefouten".

Hoe een MD model is opgebouwd wordt vaak weergegeven met een datacube [16]. Een voorbeeld van een dergelijke datacube is weergegeven in figuur 2.4. De datacube bevat 3 dimensies, namelijk Product (categorie), Tijd (kwartaal) en Klant (stad). Het feit (de meting) staat in elk blokje weergegeven. In een datacube zijn maar 3 dimensies weergegeven maar de data in een warehouse kan veel meer dimensies hebben. Deze dimensies maken analyse relatief eenvoudig, waardoor het een erg populaire methode is.

Online Analytical Processing (OLAP) is een methode van analyse om de datacube te analyseren. Turban [16] noemt verschillende OLAP-handelingen om de datacube te analyseren, en die zijn hier opgenoemd en ondersteund met een voorbeeld op basis van figuur 2.4:



Figuur 2.4: Multidimensional Modeling: data cube (Bron: Vaisman [17])

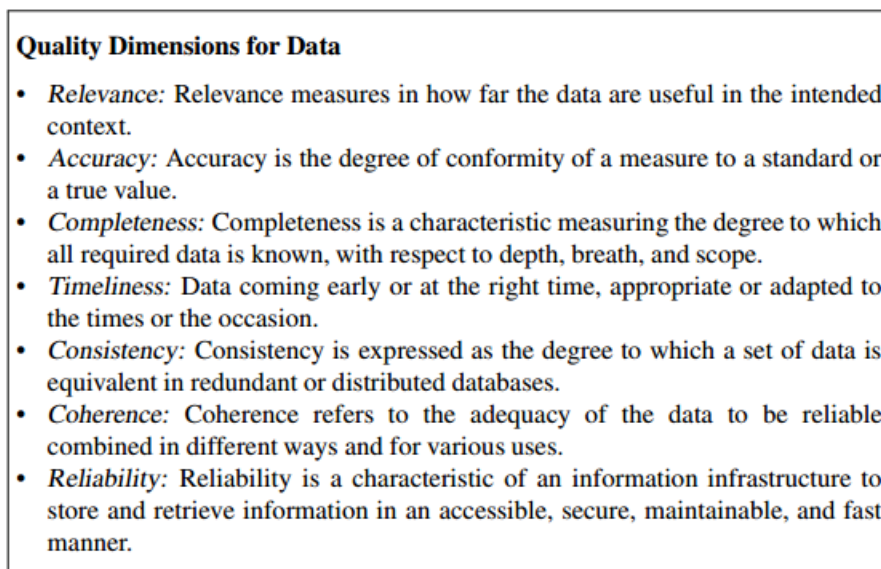
- **Slice** Een slice geeft de gegevens weer van één van de lagen van de datacube, wat wil zeggen dat één van de dimensies vast staat. Bijvoorbeeld de dimensie klant wordt vastgezet op Parijs. Het resultaat zijn de gegevens van Parijs ingedeeld per kwartaal en productcategorie.
- **Dice** Een dice geeft per dimensie maar een deel van de mogelijkheden weer. Bijvoorbeeld alle productcategorieën, maar slechts ingedeeld voor Q1 en Q2 en Parijs en Lyon.
- **Drill down** Drill down zorgt ervoor dat bepaalde informatie in meer detail wordt weergegeven. Bijvoorbeeld door de tijd weer te geven in maanden in plaats van in kwartalen.

- **Roll up** Roll up voegt dimensies juist samen. Bijvoorbeeld door de tijd weer te geven in semesters (2 kwartalen), of de klant in landen (Duitsland of Frankrijk).
- **Pivot** De pivot wordt gebruikt om de data anders te oriënteren. Dat wil zeggen dat de dimensies anders over de assen wordt verdeeld. Bijvoorbeeld productcategorie naar de verticale as en tijd naar de horizontale as. Dit kan handig zijn om data beter te overzien.

OLAP is handig om te verweven in het dashboard dat gemaakt zal worden. Als het onderliggende data warehouse goed is ingericht dan kan OLAP een goede methode zijn om de data te analyseren met het dashboard.

2.2.3 Kwaliteit van data

Op het moment dat er beslissingen genomen worden op basis van data, is het van groot belang dat de kwaliteit van de betreffende data bekend is. Als de kwaliteit van de data onder de maat is dan brengt het risico's met zich mee om er beslissingen op te baseren. Grossmann [4] geeft de lijst van kwaliteitsdimensies die te zien zijn in figuur 2.5. Om



Figuur 2.5: Dimensies van data kwaliteit (*Bron: Grossmann [4]*)

de data op het gewenste kwaliteitsniveau te krijgen kan het van belang zijn om de data op te schonen. Dat wil zeggen dat foutieve data uit de te analyseren database wordt gehaald. Op die manier krijg je betrouwbare informatie om beslissingen op te baseren.

In dit onderzoek wordt er ook gekeken naar de manier waarop de data wordt verzameld. Veel data wordt via het ticketsysteem handmatig ingevoerd door medewerkers op de tickets. Om data van goede kwaliteit te krijgen is het belangrijk dat er duidelijk gedefinieerd is wat er precies ingevoerd moet worden op het ticket. Ook moet gekeken

worden of de medewerker die het ticket schrijft in staat is om alle data correct in te voeren, of dat hij misschien kennis mist om dit goed te doen. In het ticketsysteem zou het bijvoorbeeld interessant zijn om van elk ticket, en dus elke fout, te weten op welke afdeling elke fout zijn oorsprong vindt. Dan moet de medewerker die het ticket schrijft echter wel in staat zijn vast te stellen waar de fout vandaan komt. Als dit niet het geval is, en het gegeven wordt vaak foutief ingevoerd, dan wordt je data onbetrouwbaar. Daarom is het van belang om bij het herinrichten van het ticketsysteem rekening te houden met de kwaliteit van de data die verzameld wordt, volgens de bovenstaande dimensies.

3. Huidige Situatie

In dit hoofdstuk zal de huidige situatie verder toegelicht worden. Het doel is om de juiste achtergrondinformatie te verschaffen om het CRT systeem en haar functie te begrijpen. Eerst volgt er een globaal overzicht van de bedrijfsvoering van AWL. Dit dient enerzijds om meer inzicht te krijgen in wat AWL doet, en anderzijds als basis om later in meer detail, op procesniveau naar de bedrijfsvoering te kijken. Als tweede wordt de organisatiestructuur toegelicht. Het CRT systeem is een schakel tussen de verschillende afdelingen in het bedrijf, en door de organisatiestructuur toe te lichten wordt een overzicht verkregen van welke afdelingen het CRT systeem precies verbindt. Als derde wordt het CRT systeem zelf behandeld en hoe het op dit moment in gebruik is door medewerkers van verschillende afdelingen. Ook wordt hier al toegelicht wat de mankementen van het huidige systeem zijn, en waarom het geen geschikte data aflevert en daarmee wordt meteen deelvraag 3a beantwoord. Tot slot wordt de bedrijfsvoering in detail op procesniveau bekeken. Inzicht in de processen is belangrijk om inzichten in mogelijke productiefouten te krijgen.

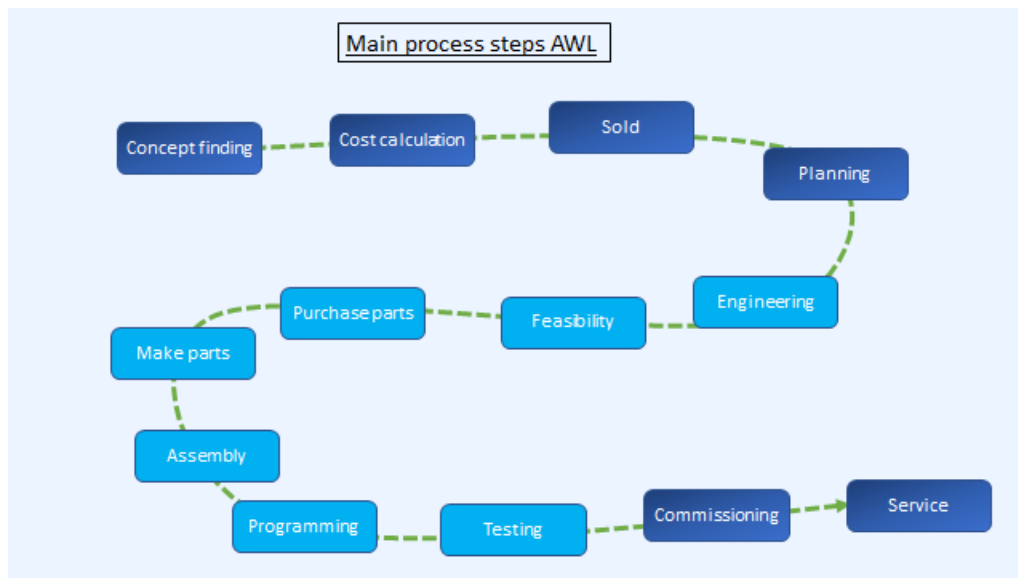
3.1. Bedrijfsvoering

Zoals gezegd is AWL een producent van lasmachines die diverse toepassingen hebben. Omdat elk afgeleverd product (elke machine) uniek is, wordt in zijn geheel op projectbasis gewerkt. Vanaf het eerste klantcontact tot de oplevering van het project is het proces grofweg in te delen in 5 fasen:

- **Fase 1: Acquisitie** Tijdens de acquisitiefase wordt natuurlijk het project verkocht aan de klant. De eisen van de klant worden vastgesteld, er wordt al globaal geëngineerd om een prijsafspraken te kunnen maken, en de klant accepteert het aanbod. Er wordt ook al gekeken naar de planning om een opleverdatum af te spreken met de klant. Aan het eind van deze fase wordt het project opgestart.
- **Fase 2: Ontwerp** De ontwerpfase begint met een stuk concept engineering. Globaal wordt de machine ontworpen en als het concept klaar is wordt deze vastgezet en niet meer veranderd. Daarna begint de design engineering waarin het concept verder invulling krijgt, maar nog niet tot in detail wordt uitgewerkt. Tot slot volgt de detail engineering waarin het product totaal doorgedacht en uitgetekend wordt.

- **Fase 3: Inkoop** Nu het ontwerp van de machine helemaal is opgetekend, kunnen de onderdelen besteld worden. Een groot deel van de onderdelen wordt besteld bij leveranciers. AWL heeft ook faciliteiten waarmee ze sommige onderdelen zelf kunnen fabriceren. Inkoop en productie leveren samen alle onderdelen aan die nodig zijn om de machine te bouwen.
- **Fase 4: Assemblage bij AWL** De assemblagefase begint met het (afzonderlijk) bouwen van de machine en de bijbehorende mal (indien de machine een mal gebruikt). Tegelijkertijd wordt alle software ontwikkeld die de robot zal besturen. Als dit klaar is worden de mal, de rest van de machine en de software samengevoegd. Daarna wordt de machine getest en het functioneren ervan geoptimaliseerd. Tot slot wordt de hele machine weer afgebroken in kleinere onderdelen om hem te kunnen transporteren.
- **Fase 5: Assemblage op locatie** Op locatie wordt de machine weer opgebouwd en afgeleverd aan de klant. Opnieuw wordt er uitvoerig getest om veiligheid en kwaliteit te kunnen garanderen.

Dit zijn globaal de fasen die een project doorloopt. AWL gebruikt figuur 3.1 om dit grafisch weer te geven. Het CRT systeem wordt gebruikt in de processtappen die lichtblauw omkaderd zijn.



Figuur 3.1: Hoofdpijn van processen bij AWL (*Bron: AWL systeem*)

AWL streeft er in haar bedrijfsvoering naar om de Lean en 5s modellen na te leven. Daarmee is het bedrijf gericht op waste reductie en het realiseren van een efficiënte werkomgeving. De Lean filosofie zorgt er ook voor dat de voorraden zo klein mogelijk zijn en er zo veel mogelijk "Just in Time" geleverd wordt. Ze hebben bij AWL wel een magazijn

maar dit is vooral in gebruik voor de kleine standaard materialen als schroeven, bouten, ringen etc.. Grote onderdelen van de machines worden kort voor gebruik besteld en in het magazijn afgeleverd. Als het onderdeel nodig is dan wordt het afgeroepen bij het magazijn en naar de plek gebracht waar de machine wordt opgebouwd.

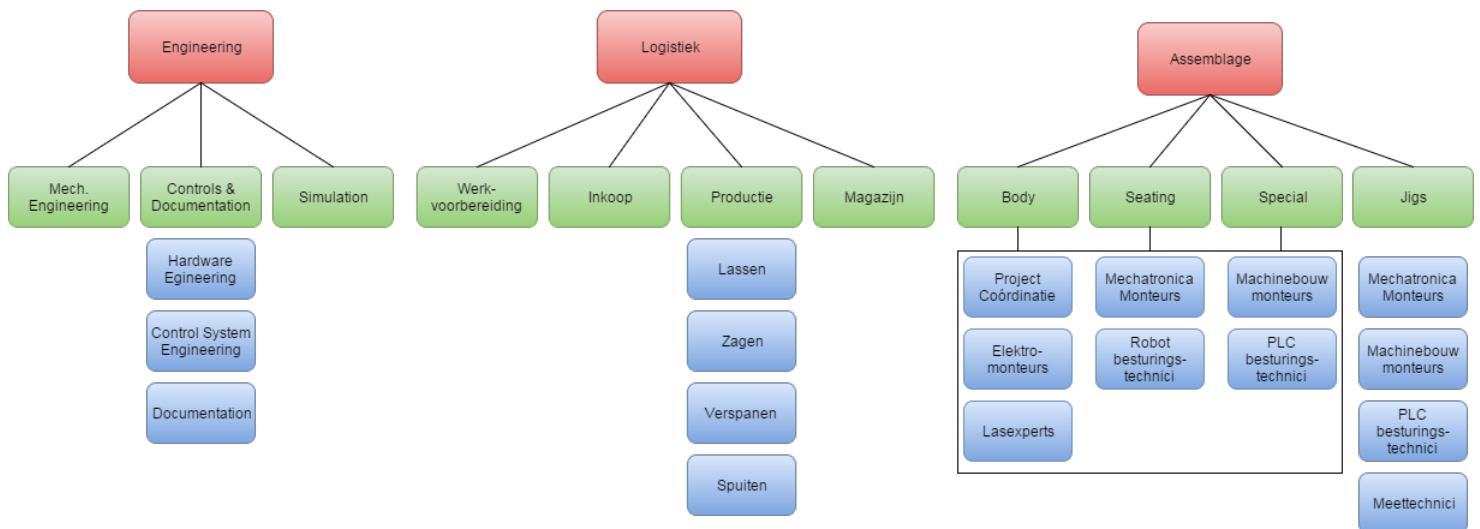
3.2. Organisatiestructuur

Om uit te kunnen leggen hoe het ticketsysteem gebruikt wordt, en om te achterhalen waar fouten in de processen kunnen ontstaan, is het goed om iets te weten van de organisatiestructuur. Niet de hele organisatie zal hier behandeld worden, omdat het CRT Systeem slechts wordt gebruikt in een deel van de bedrijfsvoering. Het CRT systeem ondersteund alleen de middelste 3 fasen uit de bedrijfsvoering, namelijk de ontwerpfase, de inkoopfase en de interne assemblagefase. Daarom zal bijvoorbeeld het salesteam, dat (bijna) alleen actief is in de acquisitiefase, niet meegenomen worden in de beschrijving. In de middelste fasen zijn er in grote lijnen drie afdelingen te onderscheiden die met het CRT systeem in aanraking komen:

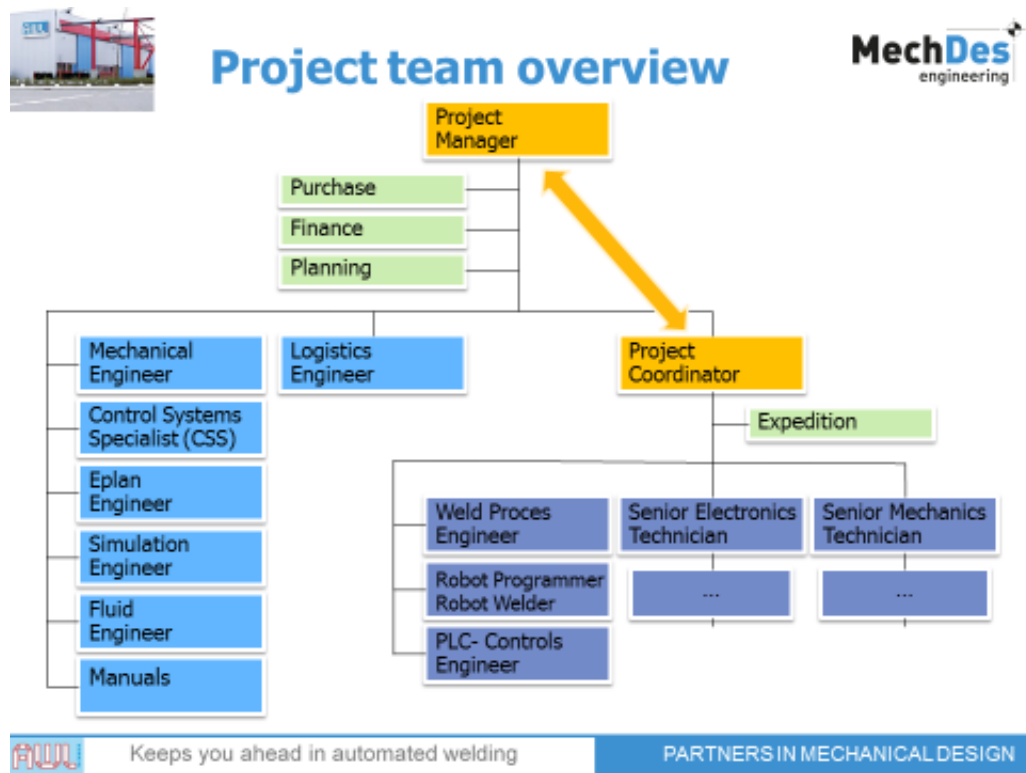
- **Engineering** De afdeling engineering is vooral actief in de ontwerpfase. Er zijn een aantal verschillende soorten engineers. Cost en Concept engineers zijn alleen actief in de acquisitiefase. De mechanical engineers zijn verantwoordelijk voor het mechanische deel van het ontwerpproces. Een machine van AWL heeft naast mechanische delen echter ook hydraulische en elektrische delen die ontworpen moeten worden, en daar zijn de controls engineers verantwoordelijk voor. Ook moet berekend worden hoe een robot beweegt over een mal en door de ruimte en wat de prestaties van de machine zijn. Dit wordt met behulp van simulaties gedaan door de simulation engineers. Deze drie verschillende soorten engineers zijn verantwoordelijk voor het ontwerp van de machines.
- **Logistiek** Deze afdeling is op te delen in een viertal subafdelingen. Op de eerste subafdeling, werkvoorbereiding, wordt het logistieke proces ingericht. Deze logistiek engineers bepalen bijvoorbeeld welke onderdelen ingekocht worden en welke onderdelen door AWL vervaardigd worden, en wanneer onderdelen binnen moeten komen om het proces zo Lean mogelijk te laten verlopen. De tweede subafdeling is inkoop, waar ze alle producten inkopen en onderhandelen met leveranciers over prijs en levertijd. De derde subafdeling is productie. De onderdelen die AWL niet inkoopt maar intern fabriceert worden door deze subafdeling vervaardigd. Ook worden hier materialen/onderdelen gerepareerd op het moment dat er bij assemblage blijkt dat een onderdeel niet past. De laatste subafdeling die onder logistiek valt is het magazijn. De magazijnmedewerkers zijn verantwoordelijk voor het ontvangen en controleren van inkomende goederen, en het transport van de goederen door de fabriek naar het juiste project.
- **Assemblage** Door deze afdeling wordt de daadwerkelijke machine gebouwd. Eerder in het verslag zijn de verschillende productgroepen die ze kennen al toegelicht,

en aan de hand van die groepen is de assemblage afdeling onderverdeeld. Ze kennen dan ook vier subafdelingen: Team Body, Team Seating, Team Specials en de Team Jigs (mallen). Er zijn veel verschillende expertises nodig in elk team. Zo heeft elk team project coördinatoren, mechanisch monteurs, elektromonteurs, mechatronica monteurs, robotprogrammeurs, PLC programmeurs en lasexperts. De meeste medewerkers assemblage zijn ingedeeld in de 4 teams, maar elke expertise kent ook nog coördinatoren die weer helpen bij het aansturen van alle leden van een bepaalde discipline. Dus stel Team Body, Team Seating en Team Specials hebben allemaal 4 robotprogrammeurs, dan is er ook een coördinator robotprogrammering die al deze 12 medewerkers weer aanstuurt. Team Jigs kent ook nog de meettechnici die de hele mal doormeten voor deze in de machine wordt gebouwd.

Hierboven is een indeling gemaakt per afdeling, wat in figuur 3.2 verduidelijkt is, maar zoals gezegd werkt AWL op projectbasis. Voor elk project wordt een team samengesteld uit de verschillende afdelingen, dat verantwoordelijk is voor dat specifieke project en onder leiding staat van de projectmanager. In figuur 3.3 is grafisch te zien hoe een projectteam eruit ziet.



Figuur 3.2: Organisatie per afdeling



Figuur 3.3: Overzicht projectteam (Bron: AWL systeem)

3.3. Het CRT Systeem

Het ticketsysteem van AWL is nu bijna 2 jaar in gebruik en in die tijd zijn er ongeveer 10.000 tickets geschreven. Elk ticket bevat een fout die opgelost moet worden, en op dit moment wordt het ticketsysteem gebruikt om het oplossingsproces sturing te geven. Vaak doorloopt dit oplossingsproces meerdere afdelingen en het CRT systeem wordt gebruikt om de communicatie tussen de afdelingen te organiseren. De meeste fouten worden veroorzaakt door de afdelingen Engineering en Logistiek, en de meeste fouten worden gedetecteerd door de afdeling Assemblage. De huidige functie van het ticket-systeem is het beste te verduidelijken met een voorbeeld.

Op de afdeling Assemblage wordt een fout ontdekt. De medewerker heeft bijvoorbeeld een onderdeel dat net te groot is, waardoor het niet past. De medewerker zoekt in het systeem de technisch tekening van het onderdeel op en ziet dat het onderdeel al te groot is getekend. Dat wil zeggen dat de fout is ontstaan bij op de afdeling Engineering. Om het op te lossen moeten er twee dingen gebeuren: de tekening moet aangepast worden naar de juiste afmetingen, en het onderdeel moet naar de afdeling productie worden gestuurd om het bij te laten schaven naar de juiste afmetingen. Om deze oplossing te sturen wordt het CRT systeem gebruikt. De medewerker die de fout heeft ontdekt schiet een ticket in, waarop hij vermeldt wat de fout is, in welke categorie de fout valt (in dit geval Logistic issue, part repair & block for as built), en nog een aantal andere zaken (zie Appendix A voor een toelichting op de categorieën en een overzicht van een ticket). Op basis van de ingestelde categorie bepaald het systeem langs welke afdelingen het ticket wordt gestuurd. In dit geval zal het eerst naar Logistiek worden gestuurd om het onderdeel te repareren. Het ticket krijgt de status "Waiting for pickup by Production", en de afdeling Logistiek (overkoepelende afdeling van productie) krijgt een melding dat er een ticket voor hen ligt. Zij zullen dit in behandeling nemen door het onderdeel op te halen en te repareren. Assemblage krijgt de melding dat het onderdeel weer opgehaald kan worden, en ondertussen krijgt het ticket de status "Waiting for pickup by Engineering" en deze afdeling krijgt daar een melding van. Engineering moet nu namelijk de tekening gaan aanpassen. Op het moment dat dit is gebeurd zet de engineer die de tekening heeft aangepast het ticket op status "Ticket Finished". Hij kan namelijk in het systeem zien dat alle stappen om de fout op te lossen zijn uitgevoerd, en dat het ticket afgesloten kan worden.

Uit het voorbeeld blijkt dat het systeem dient voor de organisatie en communicatie in het oplossingsproces, en daarin functioneert het systeem behoorlijk goed.

3.3.1 Problemen voor analyse

In Appendix B wordt de process flow weergegeven die doorlopen wordt bij het aanmaken en oplossen van een ticket. Hierin is goed te zien dat de categorisering van de fouten intensief gebruikt wordt bij het sturen van het oplossingsproces. Categorisering

is ook erg nuttig voor het analyseren van data, maar de huidige data blijken toch slecht analyseerbaar te zijn. Hiervoor zijn een aantal redenen:

- **Huidige systeem output is ongeschikt** De huidige output van het systeem is een Excelsheet waarin alle tickets zijn gedumpt. Dit is een tijdelijke oplossing, omdat ICT nog niet de tijd heeft gehad om een goede infrastructuur voor de data te ontwikkelen. De Excelsheet geeft niet alle data weer die een ticket bevat, waardoor analyse op deze output een incompleet beeld kan geven. Volgens de theorie over data kwaliteit is dit een Completeness issue.
- **Onduidelijk gedefinieerde categorieën** De categorieën die gekozen kunnen worden bij een bepaalde fout zijn onduidelijk gedefinieerd. Sommige categorieën hebben een overlap, waardoor het voorkomt dat voor eenzelfde soort fout een andere categorie wordt gekozen. Ook zijn er fouten die niet echt in een van de categorieën vallen, omdat de categorieën niet het hele foutenspectrum dekken. Voor deze fouten wordt dan een categorie gekozen die het best past, maar eigenlijk niet klopt. Volgens de theorie over kwaliteit van data is dit een Consistency issue.
- **Categorieën zijn niet gericht op (oorzaak) analyse** De categorieën worden gebruikt om de oplossing van de fout te sturen en dat is terug te zien in bepaalde keuzes. Zo is bijvoorbeeld het scenario "Part repair & block for as built" ingedeeld onder "Logistics issue", omdat logistiek de eerste afdeling is die iets met dit ticket gaat doen, namelijk het onderdeel repareren. Echter, de fout is veroorzaakt door een foutieve tekening, wat dus betekent dat dit eigenlijk een Engineering issue is. Beredeneerd vanuit het oorzaak perspectief, wat nodig is voor een goede analyse, klopt deze categorie dus niet. Volgens de theorie over kwaliteit van data is dit een Relevance issue.
- **Data worden incompleet ingevuld** Het komt veel voor dat tickets incompleet ingevuld worden. Op dit moment wordt het CRT systeem alleen gebruikt voor het sturen van de oplossing, en medewerkers vullen het ticket ook in met dat in gedachten. Data die relevant zijn voor analyse, maar niet voor de oplossing, worden regelmatig weggelaten. Bovendien worden veel tickets niet formeel afgesloten. Dat wil zeggen dat niet elk ticket de status "Ticket Finished" krijgt als hij is afgesloten, terwijl dat wel interessant kan zijn voor analyse. Deze status moet ingegeven worden door een medewerker. Het gebeurt vaak dat een fout is opgelost, maar dat de medewerker het ticket niet formeel afsluit, omdat het voor de oplossing toch niet meer van belang is. Gevolg is dat veel tickets "In behandeling" zijn terwijl ze eigenlijk al lang zijn afgesloten. Volgens de theorie zou dit een Accuracy of Coherence issue.
- **CRT data is nuttiger in combinatie met andere systemen** Op dit moment staat het CRT systeem nog bijna op zichzelf. De enige integratie met andere systemen is de mogelijkheid tot blokkeren van tekeningen in SmarTeam en Eplan

(systemen waarin verschillende technische tekeningen worden opgeslagen). De data uit het CRT systeem zouden echter meer betekenis krijgen als het werd gecombineerd met relevante data uit andere systemen. Zo worden bijvoorbeeld faalkosten door een fout geboekt op het bijbehorende ticket. Als de ticket data gecombineerd zouden worden met deze data, die opgeslagen zijn in het ERP systeem (Navision), zou dat interessante inzichten over faalkosten kunnen geven. Ook dit is een Completeness issue volgens de theorie.

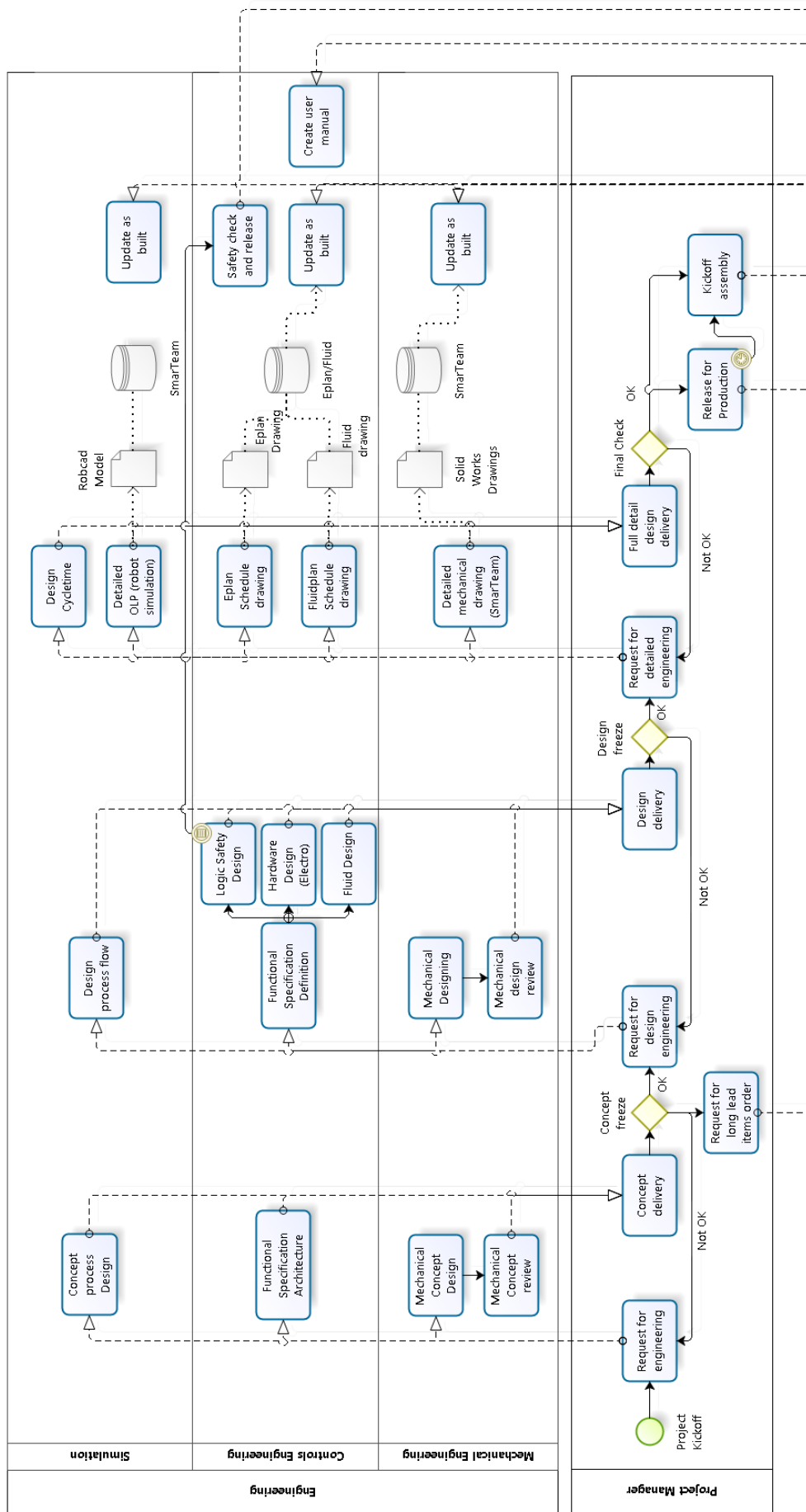
- **Niet alle tickets beschrijven fouten** Op dit moment zitten er tickets in het systeem die niet zo zeer fouten bevatten. Deze tickets worden puur gebruikt als communicatiemiddel. Er zijn bijvoorbeeld categorieën die gaan over een veranderaanvraag van de klant. Dit is dus niet zo zeer een fout van AWL, want zij hadden niet kunnen voorzien dat de klant zijn bestelling ging aanpassen. Op dit moment wordt er geen onderscheid gemaakt tussen daadwerkelijke fouten en deze 'schijn' fouten. Gevolg is dat de data wordt vervuild, wat volgens de literatuur een Consistency/Coherence issue is.
- **De statussen zijn complex** In het voorbeeld van de afhandeling van een ticket zijn al een aantal statussen genoemd. Echter, op dit moment zijn er 32 verschillende statussen die een ticket kan krijgen. Hiermee ontstaat een complexe situatie, en is het lastig voor medewerkers om de juiste status aan een ticket toe te kennen. Ook is dit aantal mogelijke statussen zo hoog dat analyse lastig is. Dit is een Consistency/Coherence issue.

Bovengenoemde zaken vormen voor het huidige gebruik van het systeem geen probleem, uiteindelijk komt een ticket toch wel bij de juiste mensen terecht, en voor het sturen van de oplossing zijn veel zaken niet relevant. Om de data analyseerbaar te maken moet er echter wel wat aangepast worden, waarbij het belangrijk is dat de huidige functie niet verloren gaat. Bij het voorstellen van aanpassingen aan het systeem moeten bovenstaande zaken meegenomen worden.

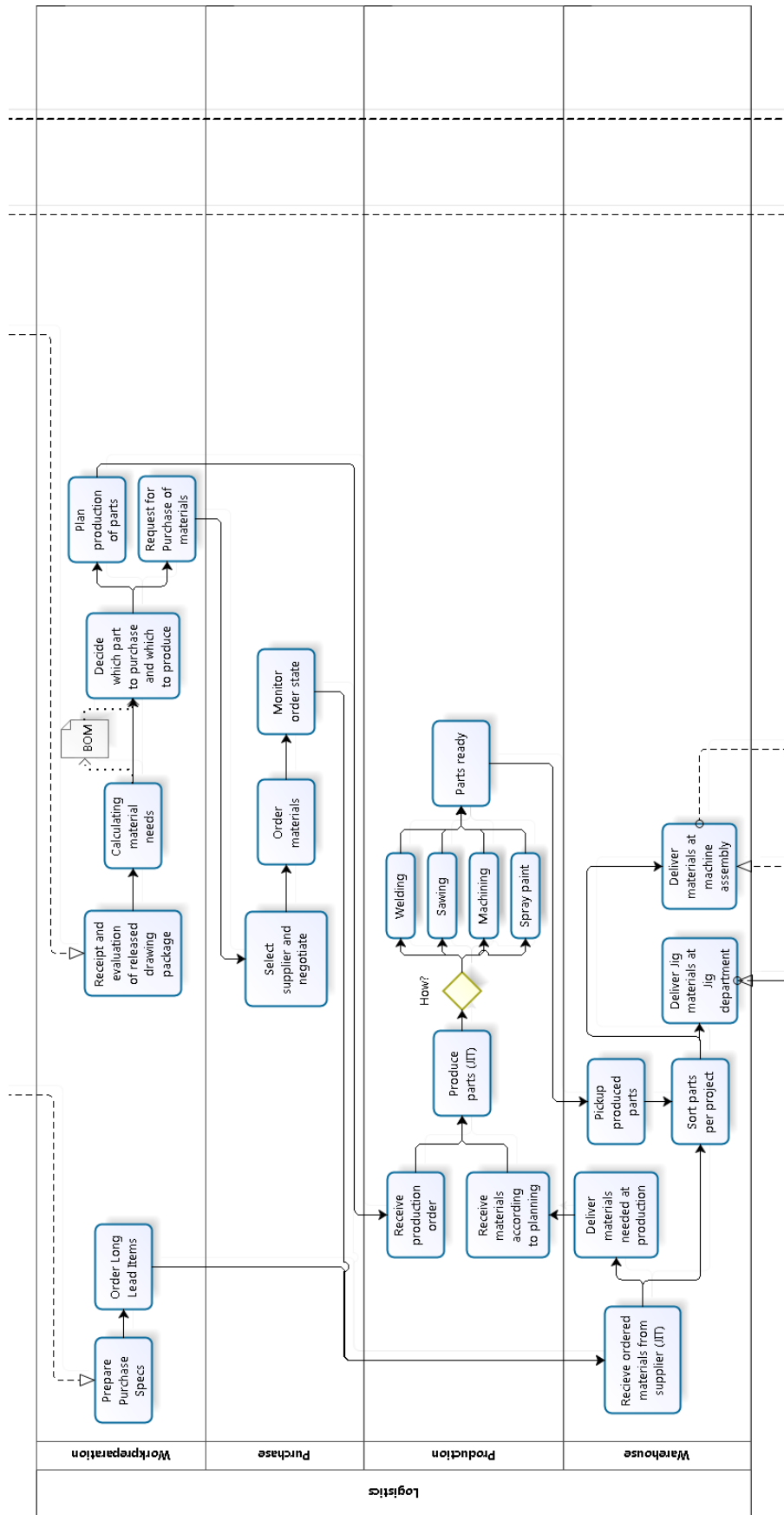
3.4. Procesverloop in detail

Het CRT systeem komt in beeld op het moment dat het ideale procesverloop faalt. Inzicht in dit procesverloop is dan ook van belang om te achterhalen waar het CRT systeem in beeld komt, en dus waar in het proces risico zit tot het maken van fouten. Deze punten in het proces dienen in beeld gebracht te worden met het te ontwikkelen dashboard. In deze paragraaf zullen de processen dan ook in kaart gebracht worden. Daarin wordt alleen dat deel van de bedrijfsprocessen meegenomen waar het CRT systeem bij betrokken is. Dat zijn dus de ontwerpfase, de inkoopfase en de interne assemblage fase. De flowchart is gebruikt bij het selecteren van KPI's en het definiëren van foutcategorieën. De flow is in één bestand gemaakt maar i.v.m. de leesbaarheid is de flowchart opgeknipt in 3 figuren, te vinden op de volgende pagina's. Figuur 3.4 is het

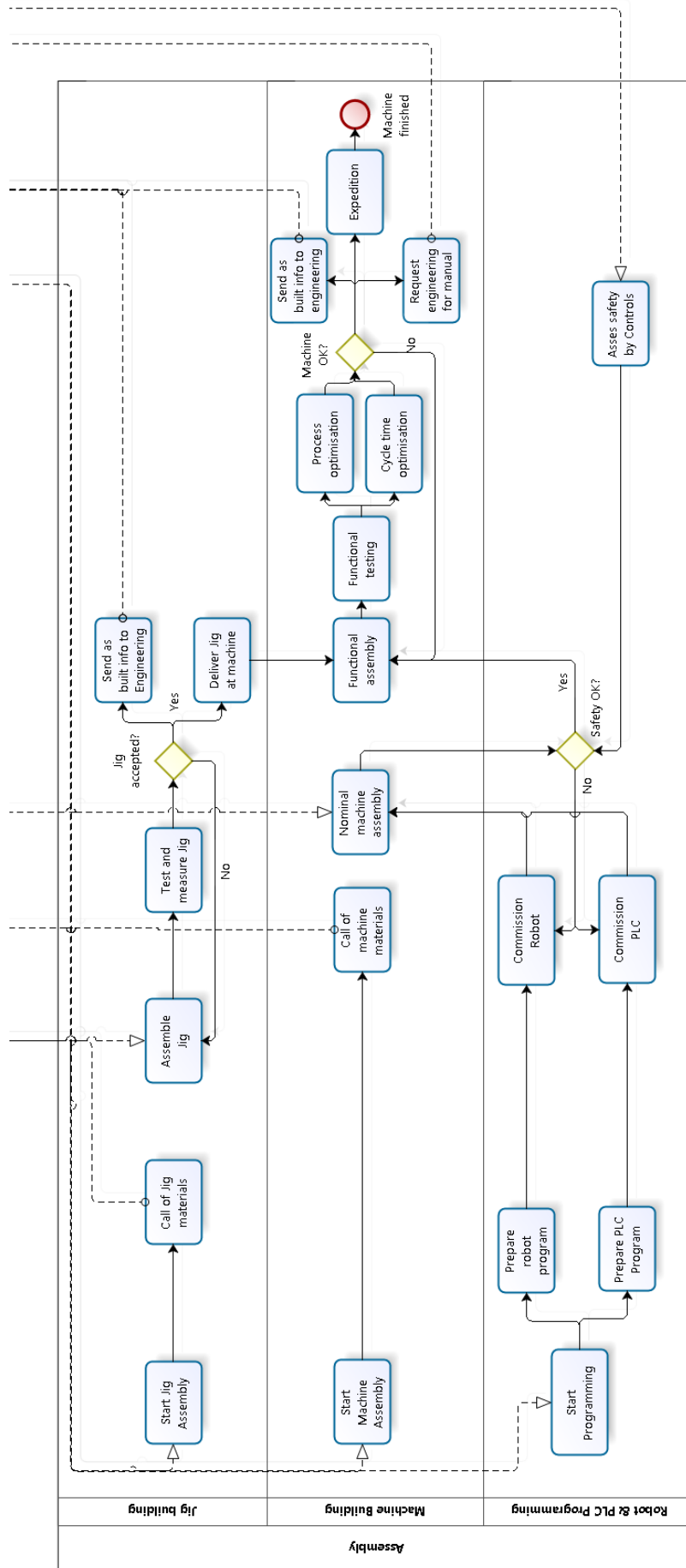
eerste deel van de flow, waarin met name de engineering wordt beschreven. Figuur 3.5 is het tweede deel van de flow, waarin het logistieke deel wordt beschreven. Figuur 3.6 is het laatste deel van de flow waarin de assemblage beschreven is.



Figuur 3.4: Process flow deel 1 (Engineering)



Figuur 3.5: Process flow deel 2 (Logistics)



Figuur 3.6: Process flow deel 3 (Assembly)

4. Fouten en KPI's

In dit hoofdstuk wordt deelvraag 1 beantwoord. Er wordt begonnen met vast te stellen wat mogelijke fouten zijn en waar ze ontstaan. Daarna wordt verteld hoe deze kennis van mogelijke fouten kan worden gebruikt om daadwerkelijk inzichtelijk te krijgen welke fouten belangrijk zijn. Vervolgens worden de fouten opgedeeld in categoriën die iets over de oorsprong van een fout zeggen. Tot slot worden de variabelen vastgesteld die belangrijk zijn om prestaties aan te meten, en KPI's om deze variabelen concrete waarden te geven.

4.1. Fouten in het proces

Het proces zoals beschreven in de huidige situatie bevat veel deelprocessen, en in elk deelproces kunnen fouten gemaakt worden. Op basis van de procesflow en het analyseren van de huidige CRT database is een zo compleet mogelijk overzicht gemaakt van de fouten die gemaakt kunnen worden tijdens het proces. Het overzicht is te vinden in figuur 4.1 en figuur 4.2. Alle fouten in dit overzicht zullen via tickets verwerkt en opgelost worden. Omdat het overzicht is gemaakt op basis van de deelprocessen in de procesflow, en omdat in de procesflow duidelijk is gemaakt welke afdeling verantwoordelijk is voor welk deelproces, kan van elke fout precies worden bepaald op welke afdeling de oorsprong van de fout ligt. Daarnaast is er van elke fout vastgesteld waar deze (waarschijnlijk) het eerst wordt ontdekt. Tot slot is er vastgesteld uit welke posten de faalkosten gaan bestaan van een dergelijke fout. Directe faalkosten kunnen bestaan uit extra manuren of materiaalkosten. Ook de post inefficiëntie wordt genoemd, ook al is deze lastig in een bedrag uit te drukken. Het is goed om te weten met welke posten van faalkosten rekening gehouden moet worden, omdat uiteindelijk, bij de data verzameling, deze faalkosten ook compleet en correct geboekt moeten worden. In de kolom "Faalkosten" in figuur 4.1 en figuur 4.2 is een codering gebruikt ten behoeve van de overzichtelijkheid. De codering werkt als volgt:

- A: Herontwerp Engineering (Mechanical Engineering, Controls, Simulation)
- B: Herontwerp Assembly (Robotics, PLC)
- C: Kosten van een spoedbestelling
- D: Kosten door onbruikbaar materiaal (waste)
- E: Inefficiëntie bij Assembly/Production door wachten op materialen
- F: Meerwerk Assembly

G: Meerwerk Production
H: Meerwerk Engineering

Een overzicht van de fouten is nuttig voor het doorgronden van de huidige situatie. Door te weten wat mogelijke fouten zijn kan ook bedacht worden hoe deze in beeld gebracht moeten worden. Ook helpt het overzicht bij het maken van foutcategorieën.

Fase	Subproces	Verantwoordelijke afdeling	Foutomschrijving	Ontdekking (waarschijnlijk)	Faalkosten
Ontwerpfase	Concept process design	Simulation	Procesconcept bevat fouten	Concept freeze	A
	Functional Specification Architecture	Controls Engineering	FS architecture is fout opgezet	Concept freeze	A
	Mechanical concept design	Mechanical Engineering	Mechanisch concept bevat fouten	Mech. Concept review/ Concept freeze	A
	Concept delivery	All Engineering	Deelconcepten niet goed afgestemd	Concept freeze	A
	Request for long lead items order	Assembly	Long lead items lijst incompleet/foutief	Production/Assembly	C, E
	Prepare purchase specs	Workpreparation	Specs incorrect	Production/Assembly	C
	Order Long Lead Items	Workpreparation	verkeerde items besteld	Production/Assembly	C
	Design Process Flow	Simulation	procesflow bevat fouten	Design Freeze	A
	Functional Specification Definition	Controls Engineering	FS bevat fouten	Design Freeze	A
	Logic Safety design	Controls Engineering	Logic Safety design bevat fouten	Design Freeze/Machine assembly	A, B
	Hardware Design (Electro)	Controls Engineering	Hardware Specs foutief/incompleet	Design Freeze	A
	Fluid Design	Controls Engineering	Fluid Specs foutief/incompleet	Design Freeze	A
	Mechanical designing	Mechanical Engineering	Gemaakte designtekening bevat fouten	Mech. Design review/ Design Freeze	A
	Design Delivery	All Engineering	Deel designs niet goed afgestemd	Design Freeze	A
	Design Cyclotime	Simulation	Cyclotime foutief berekend	Final Check/ Assembly (Robotics)	A, B
	Detailed OLP	Simulation	OLP bevat fouten	Final Check/ Assembly (Robotics)	A, B
	Eplan schedule drawing	Controls Engineering	Eplan bevat fouten	Final Check/ Assembly	A, C, E
	Fluidplan schedule drawing	Controls Engineering	Fluidplan bevat fouten	Final Check/ Assembly	A, C, E
	Detailed Mechanical Drawing	Mechanical Engineering	Solidworks tekeningen bevatten fouten	Final Check/ Assembly	A, C, E
	Detailed Mechanical Drawing	Mechanical Engineering	ID plaatjes bevatten fouten/zijn niet gemaakt	Final Check/ Assembly	A, C, E
	Full detail design delivery	All Engineering	Gedetailleerde designdelen niet goed afgestemd	Final Check	A

Figuur 4.1: Foutentabel (deel 1): Ontwerpfase

Fase	Subprocess	Verantwoordelijke afdeling	Foutomschrijving	Ontdekking (waarschijnlijk)	Faalkosten
Inkoopfase	Calculating material needs	Workpreparation	BOM foutief/incomplete	Assembly	C, D, E
	Decide which part to purchase and which to produce	Workpreparation	Onderdelen vergeten	Assembly	C, E
	Plan production parts/ Request for purchase of materials	Workpreparation	Onderdelen vergeten	Assembly/production	C, E
	Order materials	Purchase	Onderdelen vergeten/foutief	Assembly/production	C, D, E
	Receive ordered materials from supplier	Supplier	Materialen niet (compleet) aangeleverd	Warehouse	E
	Receive ordered materials from supplier	Supplier	Foutieve materialen aangeleverd	Warehouse/production/assembly	E, G
	Deliver materials needed at production	Warehouse	Verkeerd/incomplete materialen aangeleverd	Production	E
	Produce parts, Welding	Production	Foutieve las	Assembly	D, E, G
	Produce parts, Sawing	Production	Verkeerd gezaagd (afmetingen/vorm etc.)	Assembly	D, E, G
	Produce parts, Machining	Production	Verkeerd verspaand (afmetingen/vorm etc.)	Assembly	D, E, G
	Produce parts, Spray paint	Production	Verkeerd gespoten (Kleur, vergeten, schade etc.)	Assembly	D, E, G
	Sort parts per project	Warehouse	Verkeerd gesorteerd	Assembly	E
	Deliver materials at Jig department	Warehouse	Verkeerd afgeleverd	Assembly, Jigs	E
	Deliver materials at machine assembly	Warehouse	Verkeerd afgeleverd	Assembly, Machine	E
Assemblagefase	Assembly Jig	Jig building	Fout gemaakt bij het assembleren	Assembly, Jig/Jig Test	F
	Test and measure Jig	Jig building	Fouten gemist bij testen en meten	Assembly, Machine	E, F
	Send as built info to Engineering	Jig Building/Machine building	As built info niet verzonden/ Incomplete	Engineering/ Assembly	C, D, E, F, G (indirect)
	Update as built	Contr./Mech./Sim. Engineering	As built niet/incomplete geupdated	Assembly	C, D, E, F, G (indirect)
	Nominal machine assembly	Machine building	Fout gemaakt bij het assembleren	Assembly, Machine	F
	Prepare robot program	Robot&PLC programming	Fout in het robot programma	Nominal Assembly/Functional assembly/ Safety check	B
	Prepare PLC program	Robot&PLC programming	Fout in het PLC programma	Nominal Assembly/Functional assembly/ Safety check	B
	Commission Robot	Robot&PLC programming	Robot foutief in werking gesteld	Nominal Assembly/Functional assembly/ Safety check	B
	Commission PLC	Robot&PLC programming	PLC foutief in werking gesteld	Nominal Assembly/Functional assembly/ Safety check	B
	Functional Assembly	Machine building	Verkeerde functies toegevoegd	Functional testing	B, F
	Functional Testing	Machine building	Fouten worden over het hoofd gezien	Machine OK? Check	F
	Process optimisation	Machine building	Proces niet voldoende optimaal	Machine OK? Check	F
	Cycle time optimisation	Machine building	Cycle time niet voldoende optimaal	Machine OK? Check	B, F
	Create user manual	Controls Engineering	Documentatie bevat fouten	Customer	H
	Asses safety by controls	Controls Engineering	Veiligheidsproblemen over het hoofd gezien	Assembly/Customer	F (mogelijk fysieke schade)

Figuur 4.2: Foutentabel (deel 2): Inkoopfase en Assemblagefase

4.2. Inzicht in fouten

Nu het duidelijk is waar in het proces fouten ontstaan, moet een manier bedacht worden om die fouten en de consequenties daarvan inzichtelijk te maken. Key Performance Indicators worden gebruikt om processen kwantitatief uit te drukken, en dat zou ook gebruikt kunnen worden om de fouten te beschrijven. Echter, omdat er zo veel verschillende fouten zijn, die elk met een ander deel van het proces te maken hebben, moet er een groot aantal KPI's gebruikt worden om een goed beeld te geven. Dat maakt dat alleen KPI's niet genoeg zijn, want een dashboard met een groot aantal KPI's is niet wenselijk, en geeft geen overzicht. Door een select aantal KPI's te kiezen, en deze te combineren met Online Analytical Processing (OLAP) en Multidimensional Modeling, kan wel een goed overzicht gecreëerd worden.

Er zullen een aantal KPI's geselecteerd worden die geschikt zijn om de prestaties uit te drukken van het proces m.b.t. fouten. Het is belangrijk dat productiefouten deze KPI's direct beïnvloeden. Voorbeelden van dergelijke KPI's zijn vaak gerelateerd aan faalkosten, omdat elke productiefout invloed heeft op de faalkosten. Om deze KPI's te analyseren moet er een uitgebreide categorisering van de fouten te maken. Een voorbeeld van een zeer grove categorisering is om fouten in te delen per afdeling van oorsprong, namelijk Engineering, Logistiek of Assemblage. Door de data op die manier op te splitsen kan een data cube gemaakt worden, zoals beschreven in het theoretisch kader. Als de data goed opgeslagen wordt kan m.b.v. een dashboard in Qlikview de KPI worden bekeken, en geanalyseerd worden aan de hand van de categorisering. Met de genoemde voorbeelden zou dan de conclusie kunnen zijn dat het grootste deel van de faalkosten wordt veroorzaakt door Engineering. Dat is informatie waarmee het management kan beslissen om op zoek te gaan naar een manier om het Engineeringsproces beter te organiseren. Natuurlijk is dit een te grof resultaat om gericht beslissingen te nemen, maar het dient slechts als voorbeeld. Door nauwe categorisering en geschikte KPI's kunnen de fouten en hun oorsprong goed geanalyseerd worden, en wordt geschikte informatie uit het systeem gehaald.

Naast KPI's over de fouten zullen er ook KPI's bedacht worden die de prestaties van het CRT systeem uitdrukken. Denk bijvoorbeeld aan de gemiddelde verwerkingstijd van een ticket en het aantal tickets met de status "Declined". Deze KPI's geven inzicht in de performance van het systeem, en op het moment dat de waarden positief zijn betekent dat dat het systeem waardevolle data aanlevert voor analyse.

4.3. Categorisering van fouten

Zoals gezegd is de categorisering van fouten van belang om vast te kunnen stellen waar fouten vandaan komen. Het is een intensieve taak om per fout vast te moeten stellen wat de rootcause van de fout is, maar fouten in eenzelfde categorie hebben mogelijk eenzelfde rootcause. Op die manier kan met één rootcause analyse de oorzaak van een heel aantal fouten uit dezelfde categorie gevonden worden. De fouten zullen op twee manieren gecategoriseerd worden. Eerst worden de fouten ingedeeld op afdeling

van oorsprong, wat op verschillende niveaus bekeken kan worden. Daarnaast zullen de fouten verder gecategoriseerd worden op fouttype.

De categorisering op afdeling is afgeleid van figuur 3.2, waarin de organisatiestructuur wordt beschreven, en is te zien in tabel 4.1.

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Engineering	Mechanical Engineering Controls & Documentation Simulation	AWL Mechanical Engineering MechDes Engineering
Logistiek	Werkvoorbereiding Inkoop Productie Magazijn	Lassen Zagen Verspanen Spuiten
Assemblage	Mallenbouw Machinebouw	Team Body Team Seating Team Special
Supplier		

Tabel 4.1: Categorisering op afdeling

Met behulp van het opdelen per afdeling van oorsprong kunnen de KPI's geanalyseerd worden. De manager kan de prestaties op de KPI's van verschillende afdelingen vergelijken, en zo bepalen welke afdeling zijn aandacht nodig heeft. Uit het foutenoverzicht blijkt ook dat elke afdeling bepaalde fouttypen kan maken. Daarom is er ook een categorisering gemaakt van fouttypen. Per afdeling zijn een aantal fouttypen meegenomen, gebaseerd op de foutenlijst in figuur 4.1 en figuur 4.2 (gebaseerd op de procesflow), gesprekken met medewerkers en data uit het CRT systeem. De categorisering op fouttypen is te zien in tabel 4.2. In te tabel worden de afdeling waarop het fouttype plaatsvindt en de processtap waarin het fouttype voorkomt ook genoemd.

Niveau 1	Niveau 2	Fouttype	Processtap
Engineering	Mech. Engineering	3D-design	Mechanical Designing
		2D-design	Detailed mechanical drawing
		MPE	Detailed mechanical drawing
		As-built niet verwerkt	Update as-built
		Safety	Mechanical designing
	Controls	Functionele Specificatie	Functional specification definition
		Eplan	Hardware Design/Eplan schedule drawing
		Fluidplan	Fluid Design/Fluidplan schedule drawing
		Controls systeem	Logic Safety design
		MPE	Hardware Design/Fluid Design
	Simulation	As-built niet verwerkt	Update as-built
		Labels	Eplan/Fluidplan schedule drawing
		Proces Flow	Design Process Flow
		OLP	Detailed OLP
		Cyclustijd	Design Cycletime
		As-built niet verwerkt	Update as-built
Logistiek	Werkvoorbereiding	Specificaties	Prepare purchase specs
		Long Lead Items	Order long lead items
		BOM bevat fouten	Calculate material needs
		BOM incompleet	Calculate material needs
	Inkoop	Ontbrekende order	Order materials
		Foutieve order	Order materials
	Productie	Lasfout	Welding
		Oppervlaktebehandeling	Spraypainting/Machining
		Zaagfout	Sawing
		Verspaanfout	Machining
	Magazijn	Ontbrekende onderdelen	Deliver materials production/machine/jigs
		Verkeerde onderdelen	Deliver materials production/machine/jigs
Assemblage	Mallenbouw	Onderdeel beschadigd/kwijt	Assemble Jig
		Foutieve montage	Assemble Jig
		PLC programma	Prepare PLC program
	Machinebouw	Onderdeel beschadigd/kwijt	Nominal/Functional machine assembly
		Foutieve montage	Nominal/Functional machine assembly
		PLC programma	Prepare PLC program
		Robotprogramma	Prepare robot program
Supplier			

Tabel 4.2: Categorisering op fouttype

Door de data te categoriseren op afdeling en fouttype, en met behulp van die categorieën de KPI's te analyseren, kan het management een goed beeld van structurele fouten krijgen. Op basis daarvan kunnen ze verbetertrajecten ingaan.

4.4. Performance variabelen en KPI's

Zoals gezegd zullen er twee soorten KPI's geformuleerd worden, één om de prestaties van het systeem uit te drukken en één om data uit het systeem om te zetten in informatie. Hier zullen performance variabelen en de bijbehorende KPI's om de variabelen uit te drukken benoemd worden. Bij het bedenken van de KPI's is er rekening gehouden met de eisen aan KPI's uit de literatuurstudie. Ook is de filosofie van de Balanced Scorecard gebruikt door niet alleen KPI's te kiezen die gericht zijn op financiële zaken.

Om de prestaties van het systeem zelf uit te drukken zijn drie variabelen gebruikt. Dit zijn de reactietijd, de efficiëntie en de kwaliteit van de output (output die de input van het dashboard zal vormen). Deze drie variabelen geven gezamenlijk een goed overzicht van de prestaties van het systeem. De volgende KPI's zullen gebruikt worden om de variabelen uit te drukken:

- **Gemiddelde verwerkingstijd van voltooide tickets** Deze KPI wordt gebruikt om de reactietijd van het systeem uit te drukken. De reactietijd is belangrijk omdat een te lange reactietijd ten koste zal gaan van de functionaliteit van het systeem. De KPI wordt berekend door het verschil te nemen tussen de tijd waarop het ticket is aangemaakt, en de tijd waarop de ticketstatus is veranderd naar "finished". Het kan per type ticket verschillen wat de gewenste verwerkingstijd is, omdat elke fout een andere werklast met zich mee brengt. AWL heeft al richtlijnen van de verwerkingstijd van verschillende typen tickets. Daarbij maken ze onderscheid tussen 4 typen met bijbehorende norm; Kleine hoeveelheid onderdelenfabricage (1-4 onderdelen), of verzoek om nieuwe materialen (2 dagen). Aangepaste engineering documenten (2 dagen). Kleine aanpassing door engineering en beperkte hoeveelheid onderdelenfabricage (1-4 tekeningen van kleine onderdelen) (4 dagen). Middel tot grote aanpassingen bij Engineering en onderdelenfabricage (meer dan 4 tekeningen, frame lassen) (6 dagen). Op dit moment wordt niet bekeken of deze normen worden gehaald. Door de KPI op te nemen in het dashboard kan bekeken worden of gemiddelde verwerkingstijden aan de norm voldoen. De KPI is in de Balanced Scorecard ingedeeld onder het klantperspectief. Hiervoor is gekozen omdat de KPI iets zegt over de ervaring met het systeem door de gebruikers (klanten).
- **Het percentage van de spoedtickets dat op tijd afgerond wordt** Ook deze KPI wordt gebruikt om de variabele reactietijd uit te drukken. Werknemers kunnen een ticket een spoedstatus geven, wat wil zeggen dat het ticket binnen 48 uur na het aanmaken afgerond moet worden. Als deze tickets niet optijd afgerond worden heeft dat relatief grote gevolgen. Daarom is het belangrijk dat

deze spoedtickets snel opgepakt en verwerkt worden. Een hoge score op deze KPI betekent een goede reactietijd van het systeem als het gaat om spoedtickets. Ook deze KPI valt onder het klantperspectief omdat het iets zegt over de ervaring met het systeem door de gebruikers.

- **Percentage van de tickets met status "Declined"** Deze KPI zal gebruikt worden om de efficiëntie van het systeem uit te drukken. Een ticket kan verschillende statussen hebben. Bijvoorbeeld created, waiting, finished, maar ook declined. Declined houdt in dat het ticket is afgewezen door een volgende afdeling, bijvoorbeeld omdat het ticket onterecht is geschreven. Een hoog percentage afgewezen tickets kan erop wijzen dat er te snel tickets worden aangemaakt, zonder de situatie goed in beeld te hebben. Dit zorgt voor inefficiëntie op de andere afdelingen omdat mensen voor niets weer verdiepen in een project. De KPI zegt dus wat over de interne processen bij AWL en is daarom ingedeeld onder het interne processen perspectief van de Balanced Scorecard. Deze KPI wordt eenvoudig berekend door het aantal tickets met de status declined te delen door het totaal aantal tickets. Mogelijk is het ook interessant om te weten welk percentage van de tickets nog in behandeling is. Een hoog percentage in behandeling (per afdeling) kan erop wijzen dat medewerkers vergeten tickets af te sluiten, of dat er zoveel tickets voor de afdeling zijn dat ze niet snel genoeg verwerkt kunnen worden.
- **Percentage van de tickets zonder faalkosten** Deze KPI zal gebruikt worden om de kwaliteit van de output van het systeem te meten. Van elk ticket moeten de faalkosten gedefinieerd worden, omdat dit belangrijke input is voor het vinden van de meest essentiële verbeterpunten. Het is dus een slechte zaak als er tickets zijn waarbij deze kosten niet geboekt worden. Een hoog percentage van de tickets zonder faalkosten, wijst erop dat de betrouwbaarheid van de output van het systeem in gevaar is. Op het moment dat de manager besluit waar hij verbeteringen gaat bedenken op basis van welke fout verantwoordelijk is voor de meeste faalkosten, en van 50% van de tickets zijn deze kosten niet geboekt, dan kan de besluitvorming beïnvloed worden door incomplete informatie. Het is dus zaak dat dit percentage erg laag blijft. De KPI is ingedeeld onder het interne processen perspectief, omdat de KPI iets zegt over de prestaties van de interne processen rondom het registreren van faalkosten.

Door deze 4 KPI's te monitoren kunnen de prestaties van het systeem beoordeeld worden aan de hand van de genoemde variabelen.

Met de tweede soort KPI's wordt de data die het systeem bevat omgezet in management informatie. Managers moeten weten waar fouten vandaan komen en moeten op basis van die informatie besluiten welke verbetering prioriteit heeft over anderen. Performance variabelen van het productieproces die gebruikt worden moeten direct te maken hebben met productiefouten. De KPI's moeten immers bepaald worden op basis

van het CRT systeem. Van de gebruikelijke variabelen om de performance van het productieproces uit te drukken zijn de volgende variabelen geselecteerd: Kwaliteit, kosten en flexibiliteit. Aan deze variabelen kan invulling gegeven worden met behulp van het CRT systeem. Om de variabelen uit te drukken zijn de volgende KPI's gekozen:

- **Totale faalkosten over tijd** Deze KPI wordt gebruikt om de kosten van het proces uit te drukken en vallen dus als vanzelfsprekend in het financieel perspectief. Natuurlijk zijn de faalkosten maar een klein deel van de kosten van het productieproces, maar dit zijn wel de enige kosten die met behulp van het CRT systeem bepaald kunnen worden. Faalkosten zeggen heel direct iets over de consequenties van de fouten die gemaakt worden. Elke fout brengt faalkosten met zich mee en draagt dan ook direct bij. Door de faalkosten in de tijd te zetten, kunnen managers bekijken wat de trend is in hun faalkosten. Nemen ze gemiddeld toe over tijd, of nemen ze juist af de laatste tijd? Ook kan op die manier gecheckt worden of de besluiten die ze nemen ter verbetering ook daadwerkelijk invloed hebben op de faalkosten.
- **Totale faalkosten per afdeling en fouttype** Deze KPI wordt gebruikt om de kwaliteit van verschillende delen van het productieproces uit te drukken. Als een afdeling, of meer specifiek een fouttype, uitzonderlijk hoge faalkosten heeft, dan betekent dat dat de kwaliteit van die afdeling of van het betreffende proces te wensen overlaat. Deze KPI kan gebruikt worden om te achterhalen welke afdelingen en fouttypen verantwoordelijk zijn voor de meeste faalkosten. Deze informatie kan richting geven aan het verbeterproces. Omdat het iets zegt over de kwaliteit van de interne processen is de KPI in de Balanced Scorecard ingedeeld onder het interne processen perspectief.
- **Capaciteitsverlies in uren per afdeling** Deze KPI wordt gebruikt om de flexibiliteit uit te drukken. Capaciteit wordt vaak gezien als maat voor flexibiliteit, omdat genoeg capaciteit een bedrijf de mogelijkheid biedt om aan te passen op veranderingen. Deze KPI zegt eigenlijk iets over de verandering van de capaciteit, en daarmee de verandering van flexibiliteit. Het oplossen van fouten zal in veel gevallen manuren kosten. Deze manuren gaan ten koste van het totaal aantal uren wat de medewerkers kunnen besteden aan de vaste werkzaamheden. De input van de KPI zijn het totaal aantal manuren besteed aan herstelwerkzaamheden, en de afdeling waarop die uren zijn gemaakt. Deze KPI heeft een zekere overlap met de KPI faalkosten, want het aantal uren dat wordt besteed aan herstelwerkzaamheden wordt ook gebruikt om de faalkosten te berekenen. Echter, alleen de KPI faalkosten zou toch andere input geven voor beslissingen van managers, omdat in deze KPI de faalkosten niet wordt opgedeeld in materiaalkosten en manuren. De KPI is ingedeeld onder het interne processen perspectief omdat het dus iets zegt over de flexibiliteit in deze interne processen.
- **Leveranciers met de meeste tickets** Op het dashboard zal ook een lijst worden weergegeven die laat zien welke leveranciers de meeste tickets hebben. Dit is

niet zozeer een KPI om een variabele uit te drukken, of een perspectief uit de Balanced Scorecard, maar meer een praktische KPI. Het kan namelijk blijken dat bepaalde leveranciers structureel slecht werk afleveren, waardoor ze veel tickets krijgen. Deze leveranciers moeten dan vanuit AWL feedback krijgen, of misschien moet AWL zelfs besluiten om een andere leverancier te zoeken. Een lijst met een overzicht van leveranciers die niet goed presteren is hier een handig middel bij.

Deze KPI's in combinatie met de eerder genoemde categorisering moeten de managers een goede informatiebasis geven om beslissingen op te baseren. De KPI's zijn onderverdeeld onder de Balanced Scorecard zoals genoemd in de omschrijvingen en zoals te zien in figuur 4.3.

Financieel Perspectief
Totale faalkosten over tijd
Klantperspectief
Gemiddelde verwerkingstijd van voltooide tickets
Het percentage van spoedtickets dat op tijd afgerond wordt
Interne Processen Perspectief
Percentage van de tickets met de status 'Declined'
Percentage van de tickets zonder faalkosten
Totale faalkosten per afdeling en fouttype
Capaciteitsverlies in uren per afdeling
Leer en Groei Perspectief
N.v.t.

Figuur 4.3: KPI's ingedeeld in Balanced Scorecard

5. Datacollectie

Dit hoofdstuk geeft antwoord op deelvraag 2 en 3b. Er wordt beschreven welke data nodig is om tot de gewenste situatie te komen en hoe deze data verzameld kan worden. Eerst wordt beschreven welke data nodig is, gevolgd door enkele aanpassingen aan het CRT systeem om deze data ook daadwerkelijk te verkrijgen. Daarna wordt er uitgeweid over de koppeling tussen het CRT systeem en Navision (ERP systeem) om een volledige dataset te verkrijgen. Tot slot wordt de faalkosten registratie in Navision behandeld om te zorgen dat de input data zo betrouwbaar mogelijk is.

5.1. Benodigde data

Om de categorieën en KPI's te bepalen in een bepaalde set data nodig die verzameld moet worden door de systemen van AWL. Het grootste deel van de data zal aangeleverd worden door het CRT systeem, maar ook een deel door het ERP systeem (Navision). Een overzicht van de benodigde data en de bijbehorende bron is te zien in tabel 5.1.

Data object	Datatype	Bron
Ticket ID	Integer	CRT
Afkorting initiator	String	CRT
Afdeling initiator	String	Navision
Project ID	Integer	CRT
Project type	String	Navision
Machine Objects	String	CRT
Object Type	String	CRT
Creation time	Time	CRT
Creation year	Integer	CRT
Creation month	Integer	CRT
Creation day	Integer	CRT
Finishing time	Time	CRT
Verwerkingstijd	Time	CRT
Ticket status	String	CRT
Ticket type	String	CRT
Oorzaak afdeling (lvl 1)	String	CRT
Oorzaak afdeling (lvl 2)	String	CRT
Oorzaak afdeling (lvl 3)	String	CRT
Fouttype	String	CRT
Faalkosten (per ticket)	Real	Navision
Hersteluren (per ticket)	Real	Navision
Materiaalkosten (per ticket)	Real	Navision
Herhalingsproject?	real	Navision
Oplossingstype	String	CRT
Naam leverancier (indien veroorzaker)	String/Void	CRT

Tabel 5.1: Benodigde data

5.2. Herinrichting Ticketsysteem

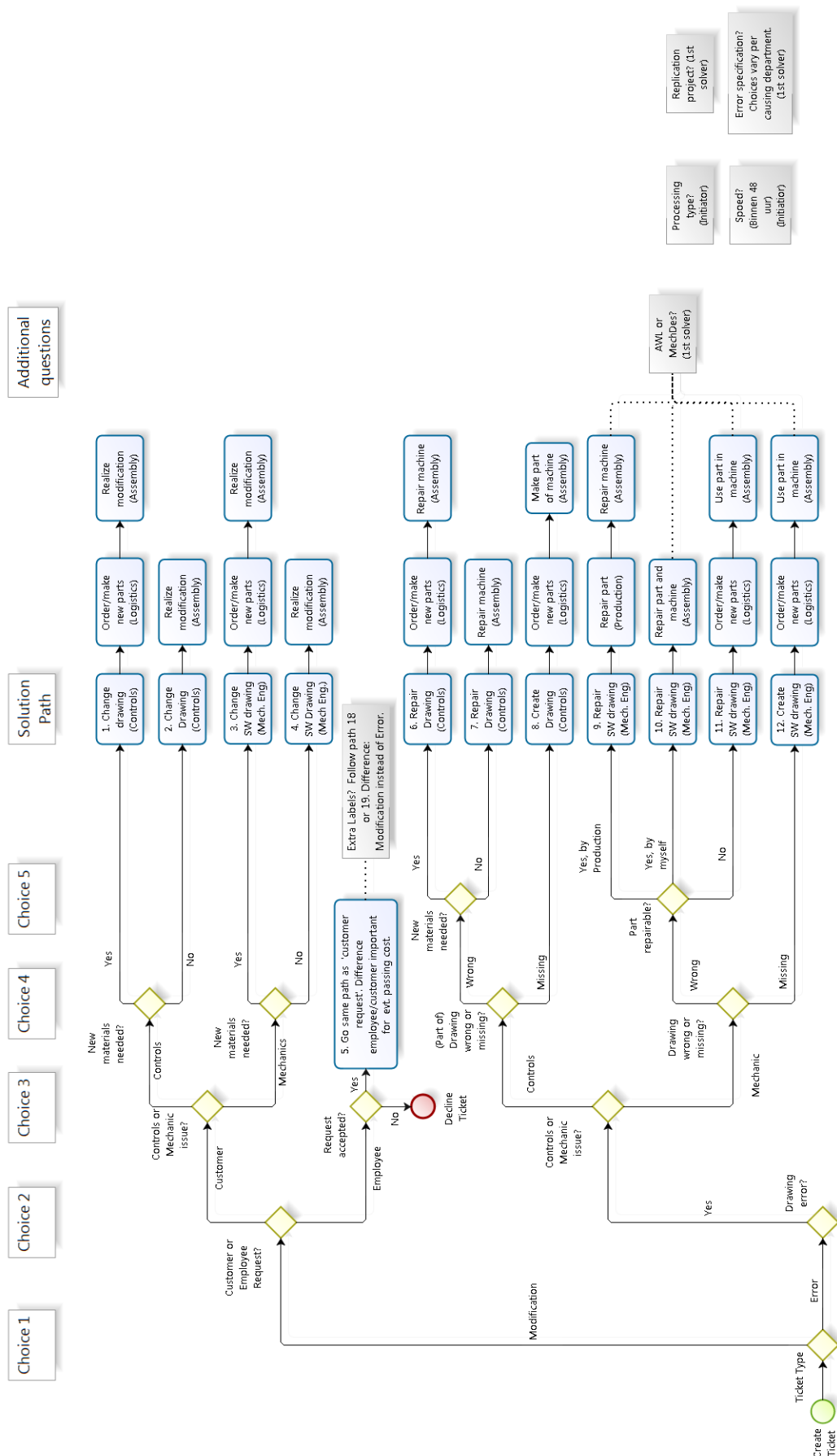
Zoals al eerder gezegd levert het huidige CRT systeem niet de juiste data om een goede oorzaakanalyse op los te laten. Een deel van de data wordt al wel verzameld maar het systeem moet aangepast worden om daar andere belangrijke data bij te krijgen.

5.2.1 Categorieën

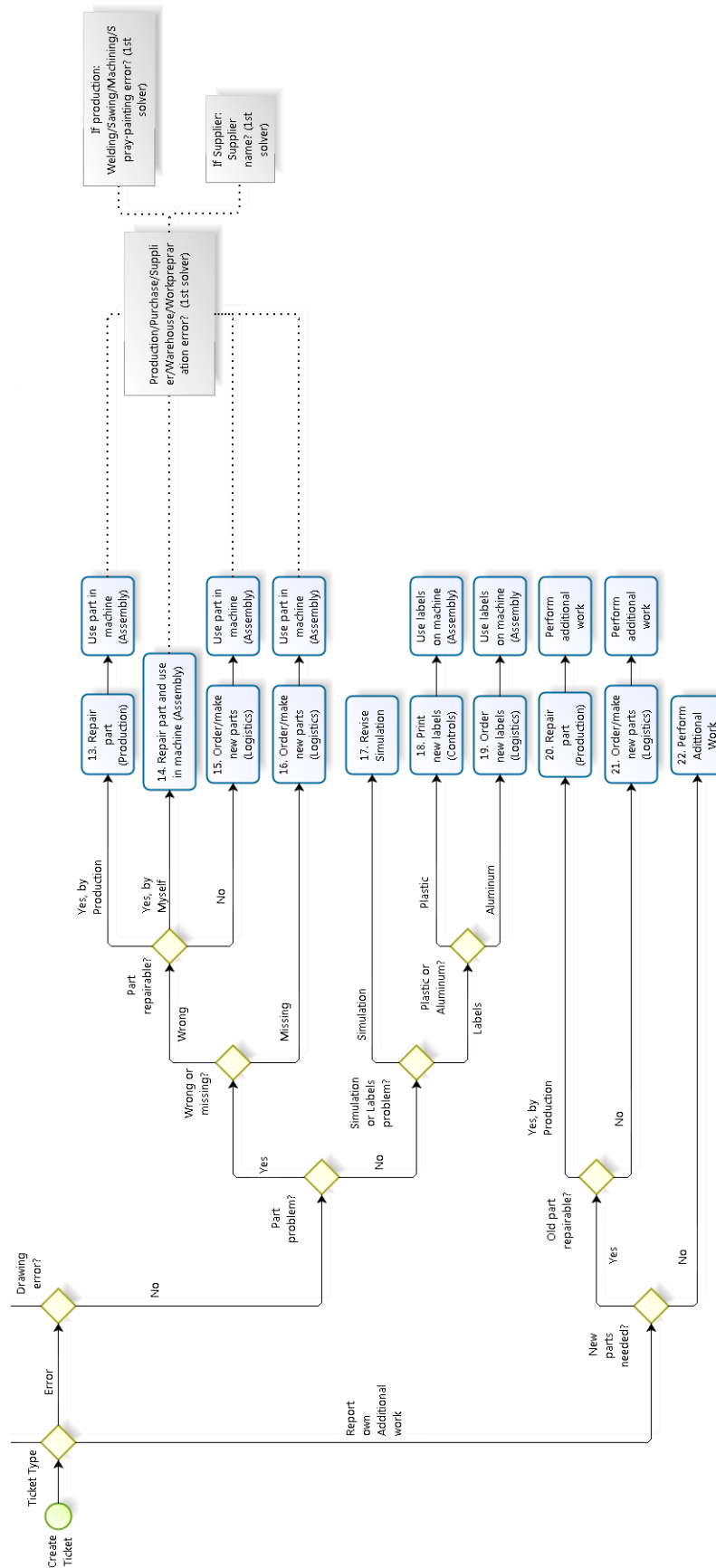
Zoals gezegd is de categorisering zoals die nu is niet geschikt om oorzaken te achterhalen. Het ticketsysteem moet dus zo gebruikt worden dat via een ticket al duidelijk is waar een fout is ontstaan. Het probleem is alleen dat het voor werknemers op de vloer, die de tickets maken, lastig is om te achterhalen waar een bepaalde fout is ontstaan. Daarom is er een beslissingsboom ontworpen (figuur 5.1 en figuur 5.2) die de werknemers helpt bij het vaststellen van de veroorzakende afdeling, volgens de indeling die eerder

is gepresenteerd. In een aantal vragen, die voor de werknemers op de vloer goed te beantwoorden zijn, wordt achterhaald op welke afdeling de fout zijn oorsprong vindt. De vragen zijn zo gesteld dat op basis daarvan ook wordt bepaald hoe het oplossingstraject van de fout eruit ziet, zodat deze functionaliteit van het systeem niet verloren gaat. Ook wordt er met de beslissingsboom bepaald of een ticket wel daadwerkelijk een fout bevat, of slechts een verzoek ter verbetering. Het kan namelijk een vertekend beeld scheppen als tickets in deze laatste categorie als fouten worden meegerekend.

In de beslissingsboom kunnen werknemers ook aangeven welke type fout ze rapporteren, volgens de indeling die eerder is gepresenteerd. Op die manier kan ook de categorisering op fouttypen gerealiseerd worden.



Figuur 5.1: Beslissingsboom (deel 1)



Figuur 5.2: Beslissingsboom (deel 2)

Hoe de afdelingscategorie uit de beslissingsboom afgeleid kan worden is te zien in tabel 5.2. Sommige Tickets hebben aan de hand van de eerste 5 vragen van de beslissingsboom nog geen unieke categorie, zoals te zien in de tabel. Deze zullen een unieke categorie krijgen m.b.v. vragen die worden gesteld op de eerste afdeling die het ticket oplost.

Het ticket type ROAW (Report Own Adittional Work) is een geval apart. Deze krijgt unieke categorisering door te kijken naar de medewerker die het ticket inschiet (van deze medewerker is de bijbehorende afdeling bekend), en het projectnummer.

Path nr.	Ticket type	Causer lvl 1	Causer lvl 2	Causer lvl 3
1 t/m 4	Modification	Customer		
5	Modification	Employee		
6 t/m 8	Error	Engineering	Controls & Documentation	
9 t/m 12	Error	Engineering	Mechanical Engineering	AWL Engineering MechDes
13 t/m 16	Error	Supplier Logistics	Supplier Workpreparation Purchasing Warehousing Production	Welding Machining Sawing Spraypainting
17	Error	Engineering	Simulation	
18	Error	Engineering	Controls & Documentation	
19	Error	Logistics	Workpreparation Purchasing Warehousing	
20 t/m 22	ROAW	Engineering Logistics Assembly Supplier	Mechanical Engineering Controls & Documentation Simulation Workpreparation Purchasing Production Warehousing Machine building Jigs	AWL Engineering MechDes Welding Machining Sawing Spraypainting Team Body Team Seating Team Special

Tabel 5.2: Categorisering bij de beslissingsboom

5.2.2 Statussen

Naast de aanpassingen om de categorisering te ondersteunen moet er ook iets veranderd worden aan de gebruikte statussen. Elk ticket gebruikt heeft een status om aan te geven hoe het oplossingstraject vordert. Een werknemer die een ticket heeft ingeschoten kan op die manier volgen of zijn ticket wordt behandeld en of het al bijna afgerond is. Deze statussen, en met name de status "Declined" wordt ook gebruikt in de analyse. Het kan namelijk informatie bevatten over de prestaties van het systeem. Echter op dit moment zijn de statussen inconsequent geformuleerd en te complex. Dit is goed te zien in de eerste kolom van figuur 5.3. Statussen moeten daarom worden weergegeven in een veel eenvoudiger en eenduidiger manier, zoals in de rechter kolom is beschreven. Bovendien kunnen de statussen "Created", "Cancelled" en "Automatically Removed" in zijn geheel weggelaten worden, omdat tickets met deze status niet bewaard moeten worden. Uit de huidige database blijkt namelijk dat tickets met deze statussen geen data bevatten en de data slechts vervuilen. Als de nieuwe statussen worden gebruikt wordt de analyse makkelijker en de betekenis van een status wordt duidelijker voor de werknemer.

Current	Desired
Created	Waiting for pickup by Mechanical Engineering
Cancelled	Waiting for pickup by Controls
Automatically Removed	Waiting for pickup by Simulation
	Waiting for pickup by Logistics
Wait for Pickup at Logistics	Waiting for pickup by Production
Wait for Pickup By Engineering	Waiting for pickup by Assembly
Wait For Pickup By Production	
Waiting For Pickup By Reproduction	Declined by Engineering
Waiting For Pickup By Assembly	Declined by Controls
Change waiting for pickup by controls engineering	Declined by Simulation
Waiting For As Built Pickup By Controls	Declined by Logistics
Waiting for Pickup By Hotline	Declined by Assembly
Waiting For Pickup By Simulation	
	More info needed by Engineering
Rejected by logistics	More info needed by Logistics
Rejected by Engineering	
Rejected by Controls Engineering	In progress by Engineering
	In progress by Controls
More Info needed by Engineering	In progress by Simulation
More Info needed by Controls	In progress by Logistics
	In progress by Production
Picked up By Logistics	In progress by Assembly
Part in Production	
Parts Being Ordered	Ticket finished
Design being modified As Built by Controls	
Being processed by Reproduction	
Design being made As Built by Engineering	
Processed By Purchase	
Design being modified by Controls engineering	
Design being modified by Engineering	
Waiting for as built by Mechanical Engineering	
Waiting For Delivery of Parts	
Ticket Finished	
Finished Ticket	
As Built Revision Finished	

Figuur 5.3: Overzicht van actuele en gewenste statussen

5.2.3 Bevoegdheden van werknemers

Niet elke werknemer in de organisatie is in staat om bepaalde gegevens te achterhalen. Voor een assemblagewerknemer is het bijvoorbeeld lastig om te achterhalen of een logistieke fout is ontstaan bij productie, bij een leverancier, of bij werkvoorbereiding. De werknemer van logistiek die het ticket als eerste behandelt kan wel achterhalen waar de fout ontstaan is. Het is daarom belangrijk dat bepaalde vragen in een ticket door de juiste persoon beantwoord worden.

In de beslissingsboom eerder in dit hoofdstuk (figuur 5.1 en 5.2) is dit meegenomen. De eerste 5 vragen kunnen beantwoord worden door de werknemer op de vloer. Deze vragen bepalen al gedeeltelijk waar de oorzaak ligt, maar dienen ook gedeeltelijk om het oplossingspad te bepalen. Echter, om de juiste data uit het CRT systeem te krijgen, moeten er nog een paar aanvullende vragen gesteld worden, zoals te zien in de beslissingsboom. Bij elke vraag staat aangegeven welke werknemer geschikt is om de betreffende vraag te beantwoorden. Deze bevoegdheden kunnen ingebouwd worden in

het CRT systeem, en zorgen ervoor dat de data uit het systeem een hoger betrouwbaarheidsniveau krijgt. Immers, als werknemers iets moeten invullen wat ze eigenlijk niet weten, dan blijft de vraag onbeantwoord, of er wordt gegokt. Dat is niet bevorderlijk voor de datakwaliteit.

5.3. Koppeling aan Navision

Zoals te zien in tabel 5.1 is er naast data uit het CRT systeem ook informatie uit Navision (ERP systeem) nodig. De koppeling tussen het CRT systeem en Navision is belangrijk vanwege twee redenen. Ten eerste is sommige data niet bekend voor werknemers die een ticket schrijven/aanpassen. Om een volledig beeld te krijgen moet de data die werknemers zelf invullen in het CRT systeem aangevuld worden met data uit Navision. Daarnaast is een koppeling tussen de systemen ook van belang om de werknemers op de vloer te ontlasten. Hoe meer data deze werknemer moet invoeren, hoe langer het schrijven van een ticket duurt en dat motiveert werknemers niet om alle fouten te rapporteren. Op het moment dat de werklast van een ticket relatief laag is dan zal een werknemer eerder de moeite nemen om een ticket te schrijven. De koppeling kan bijvoorbeeld gebruikt worden om projectinformatie bij een ticket te verkrijgen. Het is namelijk interessante informatie of de fout is opgetreden in een Body, Seating of Special project, of dat een project een kopieproject is van een eerdere opdracht. Als de koppeling tussen CRT en Navision goed is, dan hoeft de werknemer alleen het projectnummer in te voeren op een ticket, en dan kan vanuit Navision het projecttype en de herhalingsfactor toegevoegd worden.

5.4. Faalkosten registratie

Navision bevat ook data over faalkosten die van groot belang zijn bij het analyseren van het CRT systeem. De hoeveelheid faalkosten is immers een belangrijke KPI in het dashboard. Het is echter wel belangrijk dat deze faalkosten in Navision op correcte wijze geboekt worden, en dat gebeurt op dit moment niet altijd.

Op dit moment worden er in Navision twee soorten faalkosten geboekt, namelijk faalkosten door hersteluren en faalkosten doordat er nieuw materiaal besteld moet worden. Als een medewerker faalkosten maakt en hij moet deze boeken in Navision, dan kiest hij over het algemeen uit drie mogelijkheden. Als eerst kunnen de kosten/uren worden geboekt op een ticketnummer, waardoor het specifiek duidelijk wordt welk ticket welke faalkosten heeft veroorzaakt. Een tweede mogelijkheid is dat de kosten/uren worden geboekt in een soort verzamelbak van faalkosten per afdeling. De beschikbare bakken en foutcodes zijn: Algemene faalkosten (0040), faalkosten door Sales (0041), faalkosten door Engineering (0042), faalkosten door Logistics (0043), faalkosten door Assembly (0044) en nog enkele overige bakken. Als de werknemer voor deze mogelijkheid kiest dan boekt hij de faalkosten onder één van de foutcodes. De derde mogelijkheid is dat een werknemer zijn gemaakte uren om een fout te herstellen helemaal niet als faalkosten

boekt. Het gevolg is dus dat deze faalkosten buiten beeld blijven.

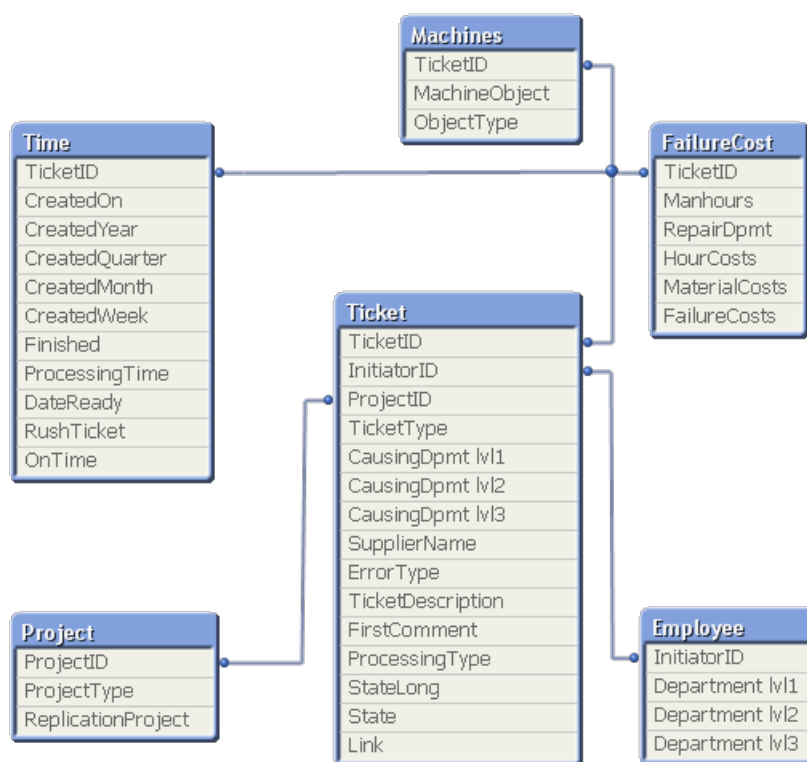
Het spreekt voor zich dat de derde optie zeer ongewenst is, want het zorgt voor ontbrekende gegevens. De tweede optie, het boeken van kosten/uren onder foutcodes, zorgt er wel voor dat de kosten goed geregistreerd worden, maar laat te wensen over als het gaat om analyse van de kosten. De bakken zijn namelijk te algemeen om echt de oorzaken van de faalkosten te benoemen. Daarom moeten alle werknemers gestimuleerd worden om hun faalkosten op de ticketnummers te boeken. Als straks het ticketsysteem goed georganiseerd is en van alle tickets bekend is waar hun oorzaken liggen, en alle faalkosten worden op specifieke tickets geboekt, dan kunnen de faalkosten goed geanalyseerd worden. Hiervoor is wel weer de eerder genoemde koppeling tussen het CRT systeem en Navision van belang. Tot slot moeten alle afdelingen de faalkosten op deze manier boeken, dus zowel Engineering als Logistics als Assembly. Dat dit ook daadwerkelijk gebeurt is een stuk implementatie waar het management op moet toezien.

6. Data Sample en Dashboard

In dit hoofdstuk wordt deelvraag 4 beantwoord. Eerst wordt beschreven hoe het datawarehouse achter het dashboard is vormgegeven, en hoe het gebruikte data sample tot stand is gekomen. Vervolgens worden het dashboard en enkele keuzes die daarin gemaakt zijn verder toegelicht.

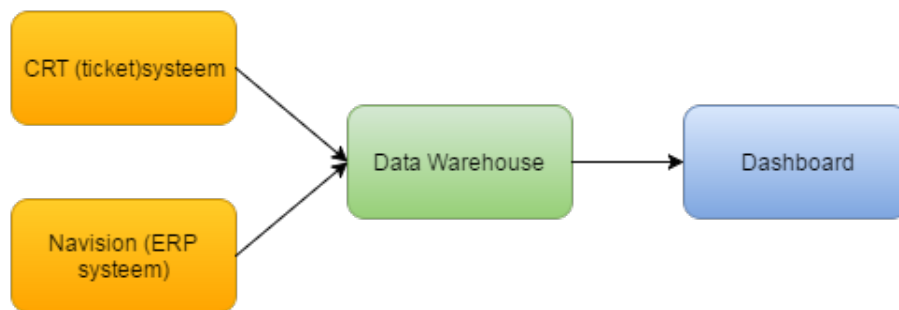
6.1. Data Sample

Om het dashboard te ondersteunen is er een data sample gemaakt in Excel, op basis van de oude database. De oude database is wel volledig aangepast zowel in structuur als in inhoud. De structuur van het data sample is te zien in figuur 6.1.



Figuur 6.1: Sterschema van het data sample

Om het sample te maken zijn 6 verschillende tabellen gemaakt, die gelinkt zijn door zogenaamde keys (TicketID, InitiatorID en ProjectID). In het gemaakte data warehouse hebben niet alle tabellen dezelfde bron. De tabellen FailureCost, Employee en Project bevatten data uit verschillende delen van Navision. De tabellen Ticket en Machines komen uit het CRT systeem en bevat data die de werknemer invult op het ticket (met uitzondering van InitiatorID, dit wordt automatisch geregistreerd, en ObjectType, dit wordt uit Navision gehaald). De tabel Time bevat ook data uit het CRT systeem, maar dit zijn voornamelijk data die automatisch geregistreerd worden als een ticket wordt geschreven en afgehandeld. In figuur 6.2 is te zien hoe de verschillende systemen samenkomen. Het datawarehouse is ontworpen als een losstaande datamart, zoals deze in het theoretisch kader is benoemd. De reden hiervoor is dat er nog nauwelijks data-warehouses in gebruik zijn bij AWL waardoor het nog niet mogelijk is een link te maken.



Figuur 6.2: System structure

Het data sample is gemaakt door een basis te nemen van gegevens uit de bestaande CRT database (in Excel). Voor deze basis zijn tickets genomen vanaf november 2015. Vóór deze periode zijn er ook al tickets opgeslagen maar in oktober 2015 heeft het ticketsysteem een update gehad waardoor de verzamelde data iets veranderde, en de data na deze update was geschikter. Uit de overgebleven tickets bleek dat tickets met de status "Created", "Cancelled" en "Automatically Removed" geen nuttige data bevatten, dus zijn deze tickets uit het sample verwijderd. Na deze stappen was de database redelijk opgeschoond en een geschikte basis voor het sample.

De volgende stap was het toevoegen van data die op dit moment nog niet verzameld wordt, maar wel verzameld zal worden als het CRT systeem wordt aangepast volgens dit voorstel. Het toevoegen van deze data is voor een groot deel random gedaan. Het gevolg hiervan is dat het dashboard, dat draait op het data sample, geen goede informatie zal weergeven voor het management. Dit is echter ook niet het doel van het sample en dashboard, het doel is om het management te laten zien hoe data grafisch weergegeven kan worden en wat het resultaat kan zijn als ze de voorgestelde aanpassingen doorvoeren.

6.2. Dashboard

Voordat het dashboard gebouwd is, is er eerst vastgesteld aan welke eisen het dashboard moet voldoen met het oog op de gebruiker(s). Dit bepaald namelijk voor het grootste deel hoe het dashboard vorm gaat krijgen. De eisen zijn hier dan ook als eerste beschreven, gevolgd door een onderbouwing van ontwerpkeuzes in het dashboard.

6.2.1 Eisen aan het dashboard

Om de data visueel weer te geven, en het management een tool aan te bieden waar ze concreet iets mee kunnen, is er een dashboard ontworpen dat de gegevens uit het data sample weergeeft. Het doel waarmee het dashboard is ontworpen is dat managers er uit af moet kunnen leiden waar de verbetermogelijkheden voor hun afdelingen liggen. Het dashboard is dus een tool die gebruikt kan worden in de continue verbetering binnen AWL. Het dashboard moet de define, measure, analyse en control stappen van de DMAIC cirkel (zoals beschreven in het theoretisch kader) gedeeltelijk faciliteren. Op het dashboard moet in één oogopslag te zien zijn welk deel van de processen verbetering nodig heeft (define fase). Daarnaast moet het dashboard de metingen van de processen uit de measure fase visueel weergeven, en de mogelijkheden bieden om deze metingen te analyseren en op zoek te gaan naar rootcauses. Tot slot moet het dashboard ook nog gebruikt kunnen worden om de controle fase van DMAIC uit te voeren, door weer te geven of prestaties zijn verbeterd over tijd of niet. Het dashboard hoeft niet direct te leiden naar een rootcause, maar de gebruiker wel een richting in sturen waarin de rootcause gezocht moet worden. Om deze eisen en doelen van het dashboard te realiseren is het een voor de hand liggende keuze om het dashboard in te richten als een analytisch dashboard, zoals beschreven in het theoretisch kader. Een analytisch dashboard, en zo ook dit dashboard, hoeft niet perse real-time te updaten. Het is wel belangrijk dat een manager weet wanneer het dashboard voor het laatst is geüpdated. Als hij dit weet is het geen probleem als het dashboard eens per dag of eens per week geüpdated wordt. Zoals eerder beschreven kunnen de KPI's het best geanalyseerd worden aan de hand van verschillende dimensies (Multi dimensional modelling) en OnLine Analytical Processing (zie theoretisch kader). Dit "spelen met dimensies" moet dus ook gefaciliteerd worden door het dashboard.

6.2.2 Opbouw van het dashboard

Het dashboard, te vinden in Appendix C, is opgebouwd uit 5 tabbladen. Het eerste tabblad geeft 6 KPI's weer, waarvan alleen de waarde en de norm worden gepresenteerd. De andere 4 tabbladen zijn bedoeld voor verdere analyse, op twee diepteniveaus, als één of meer KPI's niet aan de norm voldoen. Deze keuze is gemaakt omdat een gebruiker (ook volgens de literatuur) niet meteen overspoeld moet worden met informatie, maar in een oogopslag moet kunnen zien wat er goed gaat en wat niet. Als een gebruiker meteen ziet dat een KPI een goede waarde heeft ten opzichte van de norm, dan is het

zeer waarschijnlijk niet interessant om die KPI te analyseren. De KPI's die op het eerste tabblad ('Dashboard')(figuur C.1) zijn weergegeven zijn de KPI's die eerder in dit verslag al zijn beschreven. Ze zijn weergegeven in de vorm van meters, welke in het groen staan als de waarde van de KPI goed is, in het geel als de waarde verbetering kan gebruiken, en in het rood als de KPI direct aandacht vereist. Links in het tabblad kan de gebruiker selecties maken op tickettype (fout of aanpassing), en de gebruiker kan een periode selecteren (jaar, kwartaal, maand of week) waarover hij de KPI's wil bekijken. Het tabblad bevat 4 KPI's die iets zeggen over de prestaties van het CRT systeem op zichzelf, en 2 KPI's die iets zeggen over de gevolgen van de ingeschoten tickets.

Op het tweede tabblad ('CRT system performance')(figuur C.2) heeft de gebruiker de mogelijkheid om de eerste 4 KPI's te analyseren. Waar op de eerste tab alleen te zien is of er goed of slecht gepresteerd wordt op een KPI, kan er nu bekeken worden waar deze prestatie vandaan komt. De gebruiker kan bijvoorbeeld zien welke tickets niet aan de norm voldoen als het gaat om verwerkingstijd, en in hoeverre spoedtickets op tijd afgerond worden. Ook kan hij zien hoe de statussen van de verschillende tickets zijn verdeeld. Op het moment dat de gebruiker ziet dat een groot aantal tickets de status 'waiting' heeft (wat uiteraard niet wenselijk is) kan hij op deze taartpunt klikken om vervolgens in dezelfde figuur te zien op welke afdeling al deze tickets staan te wachten. Het zal ook voorkomen dat tickets slecht ingevuld worden, waardoor de input van het systeem niet van voldoende kwaliteit is. Er wordt daarom ook een taartgrafiek weergegeven waarin te zien is bij welke afdeling de geselecteerde tickets vandaan komen, zodat er gericht gestuurd kan worden om goede data binnen te krijgen.

Op het derde tabblad ('Failure cost - time')(figuur C.3) kan de gebruiker zien hoe de faalkosten zich ontwikkelen in de tijd. Hij kan bekijken wat de trend is van de faalkosten en of de ingezette verbeterinitiatieven hun vruchten afwerpen. Ook kan de gebruiker gemakkelijk de vergelijking maken met de faalkosten van het jaar ervoor in dezelfde periode.

Met het vierde tabblad ('Failure analysis')(figuur C.4) kunnen de KPI's over faalkosten en capaciteitsverlies verder geanalyseerd worden. In de bovenste helft zijn de faalkosten gesplitst per veroorzakende afdeling. Gedurende dit hele verslag zijn de afdelingen op 3 verschillende diepteniveaus weergegeven. Dit is gedaan om de analyse krachtiger te maken, en een zoomfunctie te kunnen realiseren in het dashboard. In de taartgrafiek kan dan ook geklikt worden op een taartpunt om vervolgens de onderliggende laag te bekijken en een subafdeling te selecteren. Dan kan er in de taartgrafiek ernaast bekeken worden hoe de faalkosten op die afdeling zijn verdeeld als het gaat om fouttypen. Op die manier kan de gebruiker op een interactieve manier analyseren hoe de faalkosten verdeeld zijn en zo bepalen welke problemen hij als eerste aan wil gaan pakken. Op deze tab is ook het capaciteitsverlies in uren weergegeven. Als een gebruiker een capaciteitstekort heeft op een bepaalde afdeling, en hij ziet in deze grafiek dat de betreffende afdeling veel tijd kwijt is aan het oplossen van fouten, dan kan hij bekijken welke fouten ze zo druk mee zijn en wie ze veroorzaken. Door die problemen het eerst aan te pakken kan de gebruiker mogelijk capaciteit terugwinnen. Tot slot bevat de tab een lijstje met 5 leveranciers die de meeste faalkosten en tickets veroorzaken.

Voor de logistiek afdeling is dit interessante informatie omdat deze leveranciers nauw in de gaten gehouden moeten worden.

Met het vijfde en laatste tabblad ('Ticket data')(figuur C.5) kan er op een dieper niveau geanalyseerd worden. De tabel op deze tab geeft namelijk alle tickets weer die er op dat moment in de selectie zitten. Op die manier kunnen de selecties die gemaakt zijn in de voorgaande tabbladen dus op ticketniveau bekeken worden. Als de gebruiker in de tabel op een ticket klikt dan ziet hij onder aan de pagina de ticketbeschrijving, en een link naar het ticket in het CRT systeem. Het is wel belangrijk dat de gebruiker op deze pagina goed voor ogen heeft naar welke selectie hij zit te kijken, dus in de linker kolom is te zien welke selecties op dat moment zijn gemaakt.

Door op verschillende tabbladen te kijken en selecties te maken kan de gebruiker een goed inzicht krijgen in de prestaties van het CRT systeem en op het gebied van faalkosten, en analyseren waar deze prestaties vandaan komen. Op slecht presterende afdelingen/fouttypen kunnen verbeteringen bedacht en ingezet worden, op basis van informatie uit het dashboard. Daarmee is de doelstelling van het dashboard gehaald. Doordat alle elementen op het dashboard (behalve de meters op de eerste tab) de gebruiker de mogelijkheid geven om selecties te maken door bijvoorbeeld op delen van grafieken te klikken, is het dashboard intuïef in het gebruik. Bovendien faciliteert het dashboard het bekijken van de gegevens door middel van verschillende dimensies. Doordat sommige dimensies ook nog meerde diepteniveaus hebben, zijn veel OLAP technieken ook toe te passen in het dashboard. Daarmee voldoet het dus ook aan de eerder gestelde eis.

7. Implementatie

De implementatie van de voorgestelde aanpassingen zijn qua uitvoering geen onderdeel van dit onderzoek. Gezien de korte periode waarin het onderzoek wordt uitgevoerd is het niet haalbaar om de implementatie mee te nemen. Wel worden er in dit hoofdstuk enkele aandachtspunten en kanttekeningen geplaatst met het oog op de implementatie.

7.1. Gebruik op de vloer

Op de vloer gaan er een aantal dingen veranderen op het moment dat de voorgestelde aanpassingen in gebruik worden genomen, omdat het CRT systeem er een extra functionaliteit bij krijgt. Allereerst zal het ticket dat ingevuld moet worden er anders uitzien, en om andere informatie vragen. Medewerkers worden door middel van de beslissingsboom, die ze via het ticket doorlopen, verplicht om na te denken en uit te zoeken waar de betreffende fout is ontstaan. Dit zal voor hen extra energie kosten, waarvan ze niet meteen het resultaat zien. De kans is daarom erg aanwezig dat medewerkers de tickets onzorgvuldig invullen, waardoor de data onbetrouwbaar wordt. Daarom is het van essentieel belang dat met de vloermedewerkers wordt gecommuniceerd waarom de veranderingen plaatsvinden. Namelijk omdat met die veranderingen bepaald kan worden waar fouten ontstaan, en dat is belangrijk om te kunnen verbeteren. Dit verbeteren is voor de vloermedewerkers ook prettig, omdat ze dan in de toekomst minder last hebben van fouten. Het is niet bedoeld om mensen beter te "betrappen" op hun fouten, maar om ze te helpen om deze fouten voortaan te voorkomen. Als de vloermedewerkers weten waarom het goed invullen van een ticket belangrijk is en wat ze er op termijn aan hebben, zullen ze eerder de tijd nemen om een ticket van goede informatie te voorzien. Het kan interessant zijn om medewerkers positieve feedback terug te geven van hun tickets. Bijvoorbeeld door een medewerker na invullen en verwerken van een ticket een notificatie te sturen "Dankzij uw ticket is een structurele fout aangepakt met een besparingspotentieel van .. euro". Deze feedback zal motiveren om meer tickets te schrijven en deze ook beter in te vullen.

Verder is tijdens de analyse van de huidige database gebleken dat het CRT systeem wordt "misbruikt" voor zaken die niet via het CRT systeem moeten lopen. Dit zorgt voor vervuiling van de data en verslechterde analyse. Op het moment dat een medewerker een ticket wil inschieten, maar hij komt tot de conclusie dat geen van de paden in de beslissingsboom zijn onderwerp goed beschrijven, dan moet hij zich nog eens afvragen of zijn probleem wel via het CRT systeem moet lopen. Als dit niet zo is dan moet de

medewerker ook geen ticket inschieten.

Tot slot hebben medewerkers op de vloer snel de neiging om een "spoed" ticket in te schieten, terwijl het in feite geen spoed is. Gevolg is dat op kantoor de tickets met spoed afgehandeld worden, waardoor de kosten vaak erg hoog oplopen. Het is goed als vloermedewerkers weten dat spoedtickets duur zijn, en dat ze ervoor zorgen dat het kantoor weinig flexibiliteit heeft in haar planning. Mochten spoedtickets dan nog steeds te snel gebruikt worden, dan kan overwogen worden of spoedtickets alleen ingeschoten mogen worden door project coördinatoren, die vaak meer inzicht hebben of iets daadwerkelijk een spoedgeval betreft.

Dit is slechts een greep uit de problemen die zich bij de implementatie voor kunnen doen, maar het zijn wel essentiële zaken om te betrekken in het implementatieproces.

7.2. Gebruik op kantoor

Op het moment dat een ticket is ingeschoten in het CRT systeem moet er aan de andere kant van de lijn, op het kantoor, actie ondernomen worden en ook hier zullen zaken veranderen. Waar de kantoormedewerkers eerst voornamelijk bezig waren met het oplossen van de tickets, wordt er na de aanpassing van het systeem ook van ze verwacht dat ze het ticket nog aanvullen met enkele informatie over de oorzaak. Dit levert hen enige extra werklast bij het verwerken van een ticket. Het is dan ook van belang dat ook zij inzien waarom de informatie ingevuld moet worden en wat hun eigen afdeling daaraan heeft.

Een ander implementatie-issue heeft te maken met de verantwoordelijkheid van het oppakken van tickets. Moeten alle tickets op een bepaalde afdeling door één centrale support engineer worden opgepakt, die alle tickets oplost en feedback daarover geeft aan zijn collega's die de fout hebben gemaakt? Of moet de pijn gevoeld worden waar hij is ontstaan en moeten de tickets opgelost worden door de engineer die de fout zelf heeft gemaakt? Voor beide mogelijkheden valt wat te zeggen. Zo kan een engineer het beste op zijn eigen werk reflecteren als hij zijn eigen fouten steeds tegen komt. En als een engineer uren in de maand bezig is om zijn eigen fouten op te lossen, heeft hij een goede drive om zijn werk te verbeteren. Aan de andere kant is het enorm inefficiënt om alle engineers dagelijks te onderbreken in hun werk om hun eigen fouten op te lossen, en is het vele malen efficiënter als er één support engineer is die alle tickets oppakt. Volgens verscheidene teamleiders is op bepaalde afdelingen ook al gebleken dat de efficiëntie beter loopt als er een support engineer wordt gebruikt. Bovendien zijn er ook werknemers die meer gemotiveerd raken om te verbeteren als er een support engineer is die al hun fouten ziet. Uit gesprekken met teamleiders van enkele afdelingen is gebleken dat zij een voorkeur hebben voor de optie met een support engineer. In ieder geval is het wel belangrijk dat de verantwoordelijkheden rondom het CRT systeem duidelijk zijn, zodat tickets niet onnodig blijven liggen.

7.3. Algemene implementatie

Op het moment dat de aanpassingen aan het systeem doorgevoerd worden zal ook blijken wat de resultaten daarvan zijn. Ook zullen medewerkers erachter komen waar de nieuwe situatie nog te wensen overlaat. Het kan blijken dat bepaalde categorieën toch niet dekkend zijn, waardoor niet alle fouten correct geregistreerd kunnen worden. Ook kan het management tot de conclusie komen dat er toch een andere KPI is waar ze ook graag inzicht in hebben, maar waar de data niet voor gekoppeld is, of niet beschikbaar is. Daarom moeten medewerkers de ruimte krijgen om mee te denken met het systeem, en waar nodig aanpassingen voor te stellen zodat het feilloos werkt. Op die manier kan AWL op termijn nog geschiktere data krijgen voor analyse van fouten.

8. Conclusie

In dit hoofdstuk wordt de conclusie van het onderzoek gepresenteerd. Ook wordt er een interpretatie bij de resultaten geplaatst in een discussie, en worden er aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek.

8.1. Conclusie

De hoofdvraag van dit onderzoek luidde als volgt:

Hoe moet het systeem worden ingericht waarin data over productiefouten worden omgezet in informatie, op basis waarvan AWL beslissingen kan nemen ten behoeve van het verbeteren van het productieproces, ter voorkoming van fouten?

Na het beantwoorden van de bijbehorende deelvragen in het verslag is de volgende conclusie getrokken. Om managers van AWL informatie te kunnen geven die een basis vormt voor het nemen van verbeterbeslissingen, moeten wel eerst de juiste data verzameld worden om deze informatie uit te extraheren. Uit analyse van de huidige database is gebleken dat de data op dit moment niet geschikt zijn om deze informatie uit te extraheren. Daarom moet AWL eerst de het ticketsysteem aanpassen om te zorgen dat de juiste data verzameld worden. Deze data kunnen niet allemaal door de mensen op de vloer verzameld worden die het ticket initiëren. Om de kwaliteit van de benodigde data te waarborgen moet daarom een deel van de data op de vloer verzameld worden, en een deel op de afdeling die het betreffende ticket zal oplossen. Samen hebben deze medewerkers een goed beeld van de oorsprong van de fout, en kunnen zij de juiste data verzamelen.

Als de data eenmaal verzameld is kan het worden opgeslagen in een datawarehouse, waarin de data gecombineerd wordt met data uit Navision, om de dataset compleet te maken. Om deze data vervolgens om te zetten in informatie is een dashboard gemaakt waarin de data wordt gelinkt en met behulp van verschillende dimensies en diepteniveaus geanalyseerd kan worden. Op die manier beschikken managers over een tool waarmee ze de meest relevante informatie over oorzaken van fouten kunnen achterhalen, en op basis van deze oorzaken hun verbeterprocessen kunnen sturen. Op die manier kunnen structurele fouten ontdekt en verwerkt worden, zodat ze in het vervolg niet meer of minder vaak voorkomen. Door te zorgen dat de dataverzameling in de vorm van het ticketsysteem, de data opslag in de vorm van het datawarehouse, en de data-

verwerking tot informatie in de vorm van het dashboard op orde zijn, kan AWL grote stappen maken op het gebied van continue verbetering. Deze oplossing is gekozen in overeenstemming met de opdrachtgevers bij AWL. Op dit moment worden er bij AWL verschillende dashboards geïmplementeerd op verschillende afdelingen, dus deze oplossing paste goed bij het huidige focusgebied m.b.t. informatievoorzieningen. Bovendien is de opdrachtgever tevreden over de aangeboden oplossing en zal de oplossing op korte termijn geïmplementeerd worden.

8.2. Discussie en aanbevelingen

De onderzoeksopzet zoals deze is uitgedacht voor het onderzoek is goed gelopen zoals gepland. Door eerst te definiëren wat de doelen van de te ontwikkelen applicatie zijn, kan er effectief gewerkt worden aan een oplossing. Bij de ontwikkeling van het huidige systeem is dit onvoldoende gebeurd, waardoor een nuttig deel van de applicatie, namelijk de oorzaakanalyse, ontbrak. Dit onderzoek bemoeit zich verder niet met de implementatie en evaluatie van het nieuw ontwikkelde systeem en dashboard. Helaas was dit niet mogelijk in verband met de korte tijdsperiode waarin dit onderzoek is uitgevoerd. Het is echter wel een zeer essentieel deel van het proces waar het hele onderzoek mee valt of staat. Het onderzoek, bijvoorbeeld naar fouttypen, is volledig vanuit het business process perspectief uitgevoerd. Dit is bewust gedaan, omdat werknemers vaak een gekleurd beeld hebben van de fouten die ze tegenkomen, en dat zou ook de analyse gekleurd maken. Echter, de categorisatie is nu vrij 'theoretisch' en of in praktijk alle fouten op die manier in te delen zijn, dat is wat moet blijken in de evaluatie en implementatie fase. Op het moment dat voor een bepaalde afdeling de categorisering niet helemaal aan blijkt te sluiten bij de praktijk, dan is het belangrijk dat hier wel aandacht aan wordt besteed. Op die manier moet gaandeweg het systeem en de indeling vormen, totdat op een gegeven moment de juiste indeling is bereikt die optimale informatie aan de managers realiseert.

Hetzelfde geldt voor de indeling van de KPI's en het dashboard. Het onderzoek is gericht op het aanleveren van een tool om managers te voorzien van informatie waar verbeterbeslissingen op gebaseerd kunnen worden. Daarom is er vooral veel inzichtelijk gemaakt over de oorsprong van fouten, met de gedachte dat foutbronnen verholpen moeten worden met de verbeteringen. Er is echter ook andere foutinformatie die interessant is voor analyse, maar in dit onderzoek buiten beeld is gelaten. Het zou daarom kunnen dat het management bij het in gebruik nemen van het dashboard tot de conclusie komt dat ze graag enkele metingen en KPI's toe zouden voegen. Ook dit zal in de implementatiefase blijken, en moeten worden meegenomen zodat het dashboard uiteindelijk vormt naar een ideaal dashboard.

8.3. Mogelijkheden voor vervolgonderzoek

Dit onderzoek heeft zich voor het grootste deel gericht op het omzetten van data uit het CRT systeem naar informatie, maar het systeem heeft nog andere aspecten die interessant zijn om te onderzoeken. Zo is het bijvoorbeeld opgevallen dat het CRT systeem op dit moment alleen intern bij AWL wordt gebruikt, op de Engineering, Logistiek en Assemblage afdeling. Echter, bij de klant wordt er ook nog geassembleerd, en ook daar worden fouten ontdekt en ook daar komt feedback vandaan. Op dit moment lopen deze zaken nog niet via het CRT systeem, terwijl dit wel interessant zou zijn. Een onderzoek om ook de assemblage bij de klant en de service te betrekken in het CRT systeem zou toegevoegde waarde hebben.

Een andere, ook zeer nuttige aanvulling op dit onderzoek, is een onderzoek naar faalkosten en hoe deze gedefinieerd zijn. Op dit moment worden in de faalkosten alleen de manuren en materiaalkosten meegerekend, maar er komt veel meer aan kosten bij kijken. Als een machine bijvoorbeeld 3 dagen langer ruimte inneemt op de vloer omdat er op een onderdeel gewacht moet worden, dan kost dat veel geld. Omdat faalkosten een vrij belangrijke input van het opgeleverde dashboard is, zou het de kwaliteit van het dashboard verhogen op het moment dat er een onderzoek komt naar het definiëren van faalkosten en de registratie ervan.

Bibliografie

- [1] Boddy D., Paton S., *Management: an introduction*, Pearson, Harlow, 5th edition, 2011.
- [2] Eckerson Wayne W., *Performance Dashboards: Measuring, Monitoring and Managing your Business*, John Wiley & Sons, 2005.
- [3] Few S., *Information dashboard design*, O'Reilly, Sebastopol, 1st edition, 2006.
- [4] Grossmann W., Rinderle-ma S., *Fundamentals of Business Intelligence*, Springer, Berlin, 2015.
- [5] Kaplan Robert S. , Norton David P., *Op kop met de Balanced Scorecard*, Business Contact, Amsterdam, 12e druk, 2011.
- [6] Kozielski S., Wrembel R., *New trends in Data Warehousing en Data Analysis* Springer, Berlin, 2009.
- [7] Lea B., Nah F.F., *Usability of Performance Dashboards, Usefulness of Operational and Tactical Support, and Quality of Strategic Support: A Research Framework*, Springer, Berlijn, 2013.
- [8] Lempinen H., Keller C., *Constructing a Design Framework for Performance Dashboards* Springer, Berlijn, 2012.
- [9] Neely A., Richards H., Mills J., Platts K., Bourne M., *Designing performance measures: a structured approach* Int. Journal of Operations & Production Management, 1997, Vol. 17, No. 11, pp. 1131-1152.
- [10] Nuhaan drs. L.C.I., Dunnen drs. P.D.R. den, *Sales-Balanced Scorecard*, Samsom, Alphen aan de Rijn, 1e druk, 2000.
- [11] Paulen B., Finken J., *Pro SQL Server 2008 Analytics: Delivering Sales and Marketing Dashboards*, Apress, Berkeley, 1st edition, 2009.
- [12] Pfeffers K., Tuunanen T., Rothenberger M.A., Chatterjee S., *A Design Science Research Methodology for Information Systems Research*, Journal of Management Information Systems / Winter 2007-8, Vol. 24, No. 3, pp. 45-77.

- [13] Pyzdek T., *The Six Sigma Handbook*, McGraw-Hill, 2003.
- [14] Slack et al., *Operations Management*, Pearson, Harlow, 7th edition, 2013.
- [15] Soković M., Pavletić D., Krulčić E. *Six Sigma process improvements in automotive parts production*, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Nov 2006, Vol. 19, Issue 1, pp. 96-102.
- [16] Turban et al., *Business intelligence: A managerial approach*, Pearson, Harlow, 2nd Edition, 2014.
- [17] Vaisman A., Zimányi E., *Data Warehouse Systems* Springer, Berlijn, 2014.

Appendices

A. Ticketformulier

In figuur A.1 is te zien hoe een leeg ticket eruit ziet. Een medewerker die een ticket inschiet vult daarop de nodige informatie in. Het eerste is de titel, die kort moet omschrijven wat het onderwerp van het ticket is, gevolgd door het projectnummer van het project waarin de fout is gevonden. Als de fout bij een specifieke machine in dat project is gevonden dan kan het machinenummer ook toegevoegd worden. Daarna geeft de medewerker een reden op, en deze reden is de basis van de behandeling van het ticket. De process flow die bovenaan het ticket staat is afhankelijk van de reason die is doorgegeven, en bepaalt welke afdelingen meldingen krijgen van het ticket. Indien er bijvoorbeeld een onderdeel gerepareerd moet worden kan de medewerker doorgeven wanneer het onderdeel klaar moet zijn en waar het weer afgeleverd moet worden. De comment box wordt gebruikt om nader te specificeren wat het probleem is en wat de oplossing is volgens de medewerker die de fout aantreft. Als het ticket wordt doorgestuurd naar de volgende afdeling (omdat deze afdeling een deel van de oplossing moet verzorgen) dan kan de medewerker die het ticket oplost ook comments plaatsen, die worden opgeslagen onder de history tab (zie bovenaan). Waar normaliter talloze mails verstuurd zouden worden om te communiceren tussen de afdelingen, gebeurt dat nu dus via het CRT systeem m.b.v. de comment sectie. In het vakje CRN kan een nummer doorgegeven worden dat specificeert waar de kosten voor meerwerk op geboekt kunnen worden. Ook kan de medewerker specificeren op welke afdeling de faalkosten zijn ontstaan. Als de ticket initiator verkeerd inschat wie de oorzaak van de faalkosten is, dan kan iemand anders (vaak één van de oplossers van het ticket) dit aanpassen. Als er onderdelen ontbreken omdat ze niet besteld zijn door de logistiek afdeling dan wordt het vinkje "Missing Items" aangevinkt. Op het moment dat de fout bij de leverancier vandaan komt dan wordt het vinkje "Quality report" gebruikt. Als dit vinkje aanstaat dan zal de afdeling Logistiek contact opnemen met de betreffende leverancier. Tot slot kan de medewerker nog attachments toevoegen, dan wel algemene attachments, dan wel attachments uit SmarTeam. SmarTeam is de database van technische tekeningen die AWL gebruikt. Als er een fout zit in een tekening dan voegt de medewerker de betreffende tekening toe en blokt hem (eventueel) zodat de tekening niet hergebruikt kan worden met de fout er nog in. Algemene attachments worden vaak gebruikt in de vorm van afbeeldingen om te laten zien wat de fout is, bijvoorbeeld een foto die laat zien waarom een onderdeel niet past.

De reason, die als het ware de foutcategorie bevat, speelt een sleutelrol in de oplossing van het ticket. De categorie bepaalt immers welke afdelingen het ticket langs gaat. Daarom zijn in tabel A.1 de verschillende categorieën toegelicht.

Ticket Information
History

Process Flow

Created
Wait for Pickup By Engineering
Design being modified by Engineering
Wait for Pickup at Logistics
Picked up By Logistics
Rejected by logistics

Ticket Information

Ticket ID10848

Title

Project

Browse Project

Machine Objects

+ Add Machine Object...

Reason

Choose Reason or scenario

Date Ready

Deliver Location

Not Specific

Confirmation Date

New comment

See history tab for comment history

CRN

Failure cost

Not Specified

Missing items

Quality Report

SmarTeam Documents

	Drawing No	Revision	Revised To	Quantity	Mirror Qty.	Block	Action
+ Add Document...							

Attachments

	Filename	Size	Action
+ Add Attachment...			

Send Ticket

Cancel

Save information

Print

☆ Watch

✉ Project Members

Figuur A.1: Een leeg ticket (*Bron: AWL systeem*)

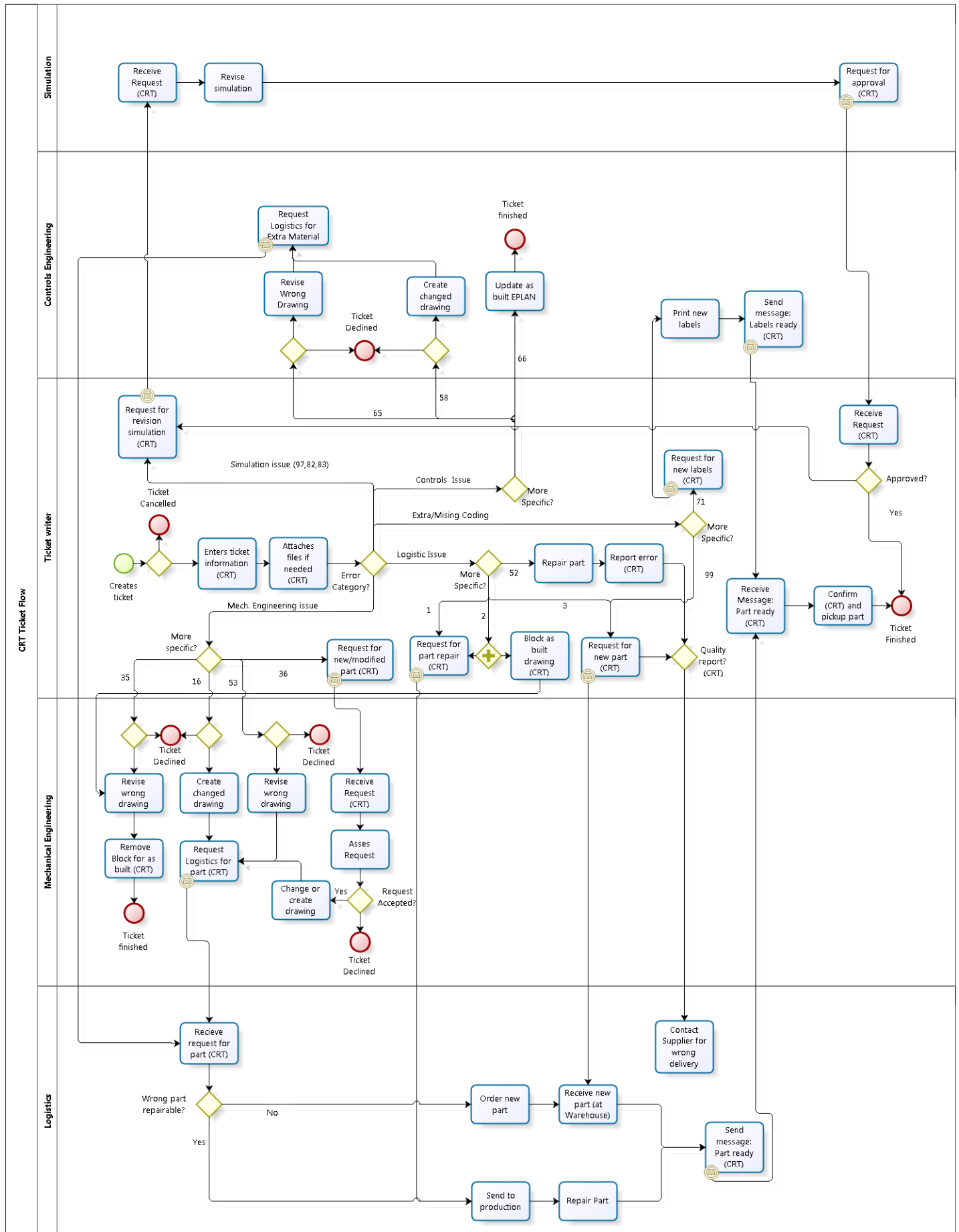
Fouttype	Foutnr	Scenario	Omschrijving
Logistic issue	1	Part repair by production	Er zit een fout in het onderdeel. Als het onderdeel naar de verspaan/slijp/las/etc. afdeling wordt gestuurd en gerepareerd, dan kan het nog gebruikt worden.
	2	Part repair & block for as built	Het onderdeel moet gerepareerd worden en de tekening (as built) van het onderdeel moet geblokt worden.
	3	Request logistics for new part	Er moet een nieuw onderdeel besteld worden. Het onderdeel is niet besteld, of is verkeerd en daardoor onbruikbaar geworden.
	52	Part repair on shopfloor	De fout is door een medewerker zelf ter plekke gerepareerd. Dit ticket wordt alleen geschreven om de fout te registreren.
Mech. Engineering issue	16	Customer change request	Een klant heeft zijn bestelling aangepast en daardoor moet een onderdeel opnieuw getekend/aangepast worden.
	53	Modify drawing, re-use part	De tekening moet aangepast worden en daarna kan het onderdeel op basis van de nieuwe tekening gerepareerd worden.
	35	Block for as built	De as built tekening van het onderdeel moet geblokt worden vanwege een fout die gemaakt is. Verder heeft het onderdeel geen bewerking meer nodig (bijvoorbeeld omdat het ter plekke al gerepareerd is).
	36	Requested engineering for (new/modified) part	De bouwer is van mening dat een onderdeel beter aangepast/vervangen kan worden. Hij doet dit verzoek.
Controls Issue (EPLAN-FLUID-CSS)	65	Repair EPLAN/FLUID engineering and extra material	EPLAN (elektrisch en pneumatische engineering) tekening moet aangepast worden en er zijn extra materialen nodig.
	58	Customer changes, Extra EPLAN/FLUID engineering	EPLAN moet aangepast worden omdat de klant een verandering heeft besteld.

	66	As built EPLAN/FLUID to be processed	Deze code wordt meegegeven na afronding van een mal. Sommige zaken worden door de monteur van de mal ter plaatste aangepast en ook verwerkt in de tekening. Als de mal af is dan worden alle wijzigingen doorgestuurd naar Control engineering en zij passen dan de gemaakte tekening aan. LET OP! Ook als de tekening geen fouten bevatte en dus niet gewijzigd is, wordt onder deze code doorgegeven dat alles goed was. Dit is dus geen fout!
Extra/missing Code	71	Plastic labels	Plastic labels ontbreken (voor een deel). Control & Documentation is verantwoordelijk voor het printen en verzorgen van de juiste labels. Dit hoeft niet perse een fout te zijn, soms zijn extra labels onvoorzien maar wel nodig.
	99	Aluminum labels	Aluminium labels ontbreken (voor een deel). Deze labels worden uitbesteed en moeten dus bijbesteld worden door logistiek.
Simulation Issue	79	Simulation issue	Er is een fout gemaakt in de simulatie van de machine. De simulatie moet aangepast worden door simulation engineering.
	82	Request milestone check	
	83	Other	Alle overige simulatie issues worden hieronder gerekend.

Tabel A.1: Huidige foutcategorieën

B. Process Flow CRT systeem

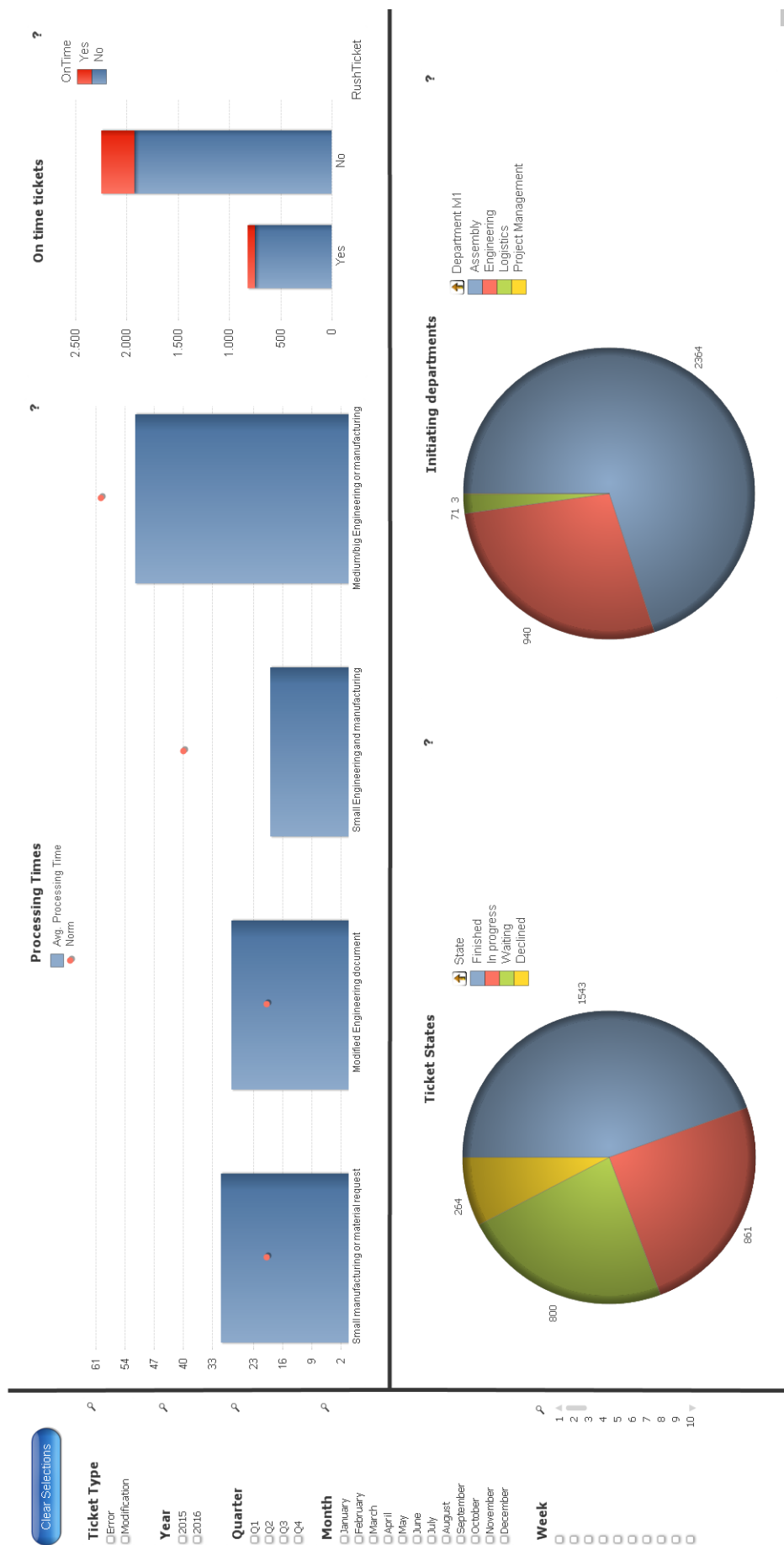
In figuur B.1 is te zien welke flow wordt doorlopen op het moment dat een ticket wordt ingeschoten. Het is hier duidelijk te zien dat de reason (of categorie) die voor de fout wordt gekozen van belang is voor de richting van het oplossingsproces. Het is goed om te noemen dat dit de flow is, mits alle informatie correct ingevuld wordt. Op het moment dat bijvoorbeeld de categorie fout gekozen wordt dan zal de flow anders lopen, maar dat is in deze flowchart niet meegenomen.



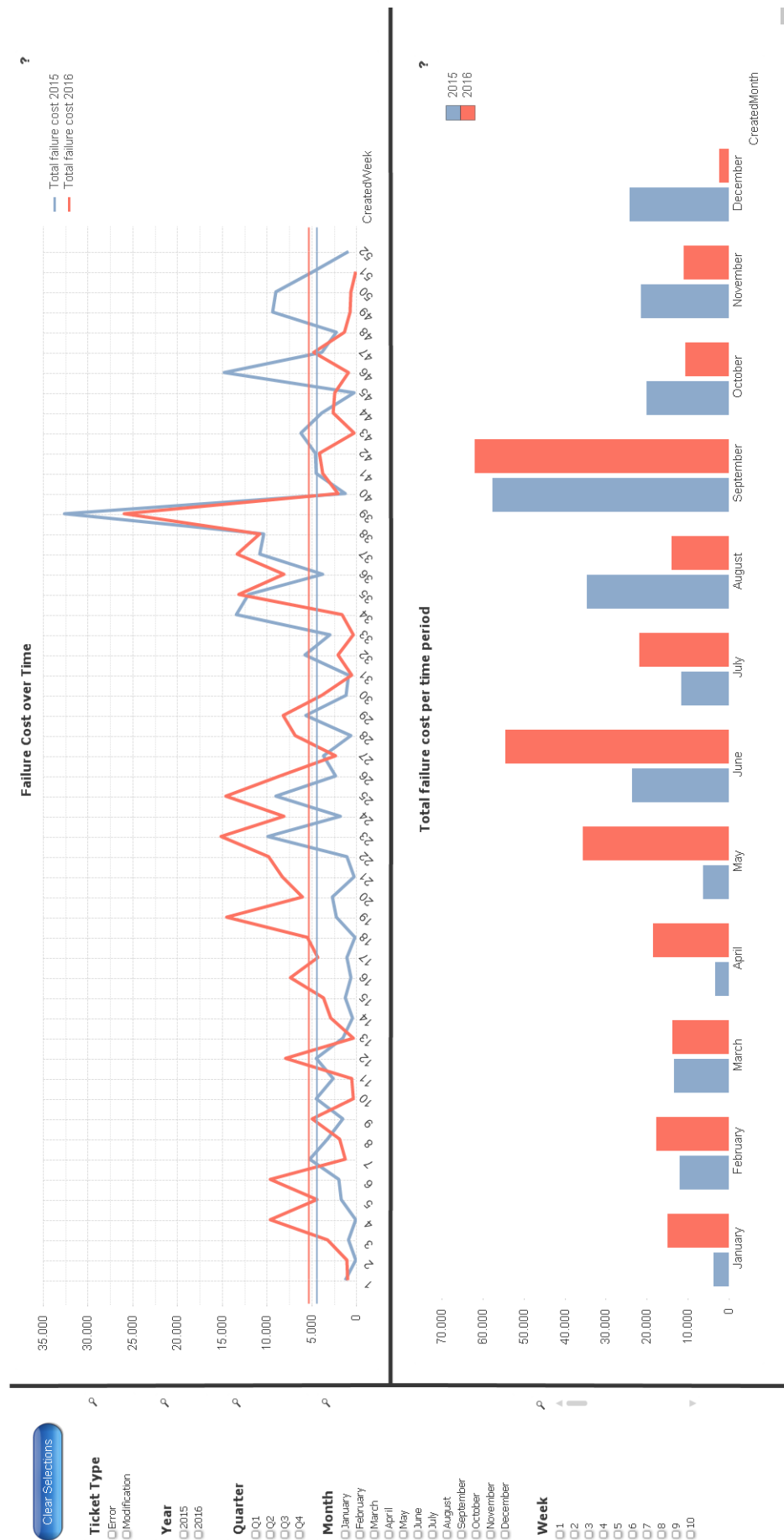
Figuur B.1: Process flow CRT system

C. Dashboard

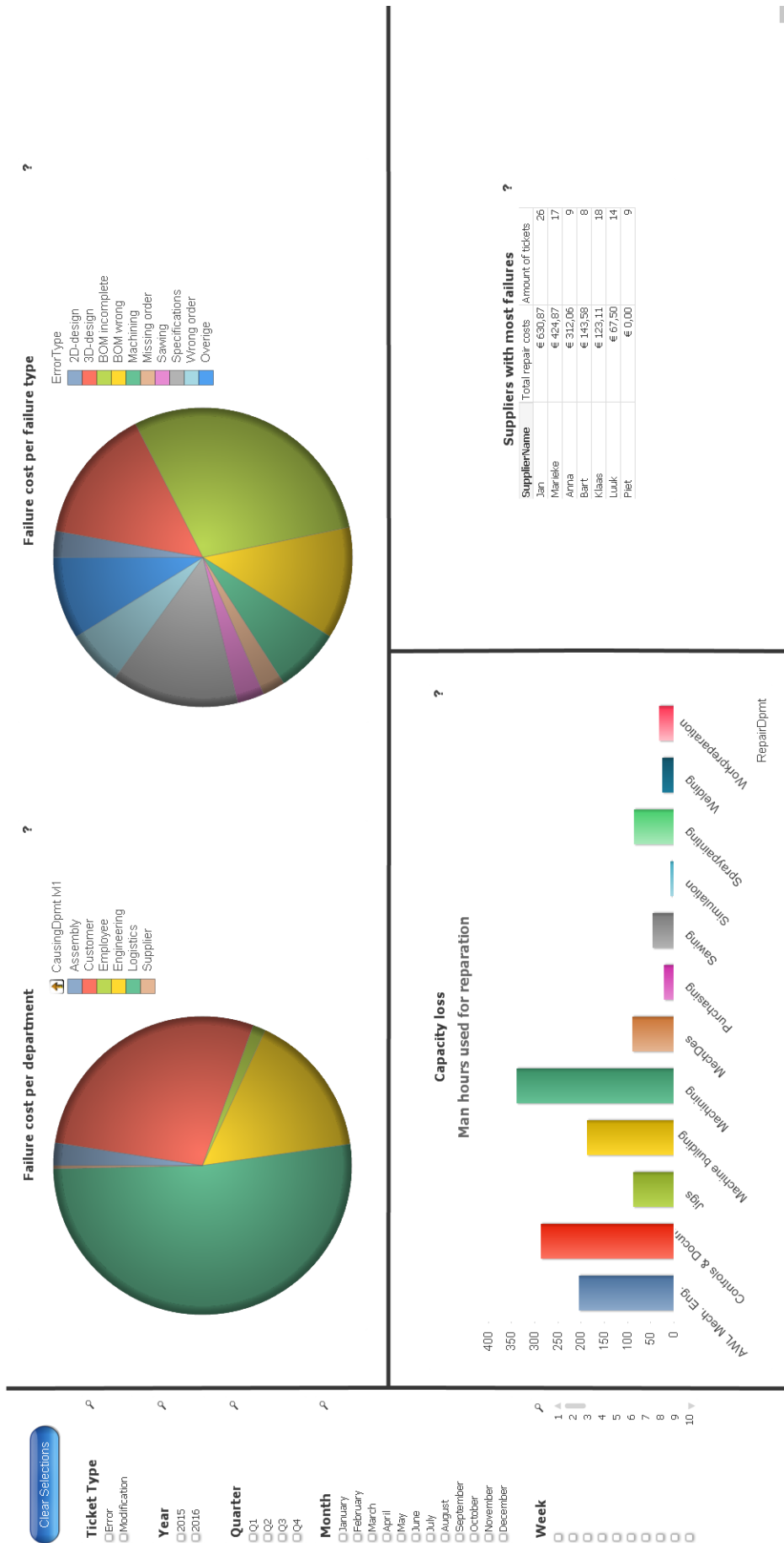
In deze appendix zijn de verschillende tabbladen van het ontworpen dashboard te vinden.



Figuur C.2: Tweede tab van het dashboard



Figuur C.3: Derde tab van het dashboard



Figuur C.4: Vierde tab van het dashboard

Clear Selections

Make selections in the 'Failure Cost - Time' or 'Failure analysis' tab!

Current Selections

Causingspnt: Engineering

ErrorType: 3D-design

CreatedYear: 2016

CreatedQuarter: Q2

Failure Cost											
TicketID	TicketType	ProjectID	CreatedOn	Finished	DateReady	ErrorType	StateLong	RushTicket	Replicatio...	MachineObject	Failure Cost
9362	Error	23459	12-2-2016 13:36:05	-	15-2-2016 13:36:00	3D-design	In progress by Logistics	No	-	23459J03	€ 0,00
9366	Error	23318	12-2-2016 15:58:01	-	15-2-2016 15:58:00	3D-design	Declined by Engineering	No	-	23318J01	€ 0,00
9367	Error	23473	13-2-2016 10:15:35	3-3-2016 8:35:56	-	3D-design	Finished	No	-	23473J01	€ 0,00
9370	Error	23473	13-2-2016 12:44:38	-	-	3D-design	Waiting for pickup by Engineering	No	-	23473J01	€ 0,00
9376	Error	23459	15-2-2016 9:47:49	-	-	3D-design	Waiting for pickup by Engineering	No	-	23459J03	€ 0,00
9385	Error	23447	15-2-2016 11:39:24	-	-	3D-design	Waiting for pickup by E...	No	-	23447J5T200	€ 0,00
9409	Error	23397	16-2-2016 10:07:00	-	24-2-2016 10:13:00	3D-design	Waiting for pickup by E...	No	-	23397J03	€ 0,00
9417	Error	23423	16-2-2016 11:48:40	-	17-2-2016 11:48:00	3D-design	Waiting for pickup by As...	Yes	-	23423J05.2	€ 0,00
9418	Error	23538	16-2-2016 12:12:24	-	18-2-2016 12:12:00	3D-design	Waiting for pickup by Assembly	Yes	-	23538J02	€ 98,73
9432	Error	23538	16-2-2016 15:46:20	-	18-2-2016 15:46:00	3D-design	Waiting for pickup by Assembly	Yes	-	23538J02	€ 0,00
9446	Error	23397	17-2-2016 10:48:08	-	25-2-2016 10:48:00	3D-design	Waiting for pickup by E...	No	-	23397J03	€ 0,00
9447	Error	23352	17-2-2016 10:52:39	-	18-2-2016 10:52:39	3D-design	Waiting for pickup by As...	Yes	-	23352M01	€ 0,00
9477	Error	23521	18-2-2016 8:36:26	-	-	3D-design	Waiting for pickup by Engineering	No	-	23521J21	€ 0,00
9478	Error	23521	18-2-2016 8:44:58	-	-	3D-design	Waiting for pickup by Engineering	No	-	23521J21	€ 0,00
9490	Error	23430	18-2-2016 13:54:06	-	19-2-2016 13:54:00	3D-design	Waiting for pickup by Production	Yes	-	23430J05	€ 0,00
9494	Error	23397	18-2-2016 14:52:02	-	25-2-2016 14:52:00	3D-design	Declined by Engineering	No	-	23397J03	€ 0,00
9500	Error	23447	19-2-2016 7:55:05	-	19-2-2016 7:55:00	3D-design	Waiting for pickup by As...	No	-	23447J5T100	€ 0,00
9505	Error	23421	19-2-2016 8:59:25	-	26-2-2016 8:59:00	3D-design	In progress by Engineering	No	-	23421M02	€ 0,00
9508	Error	23473	19-2-2016 9:23:36	-	19-2-2016 9:23:00	3D-design	Waiting for pickup by Assembly	No	-	23473J01	€ 0,00
9509	Error	23447	19-2-2016 9:24:09	-	26-2-2016 9:24:00	3D-design	Waiting for pickup by As...	No	-	23447M01	€ 0,00
9515	Error	23424	19-2-2016 10:27:41	-	-	3D-design	Declined by Engineering	No	-	23424J27	€ 0,00
9516	Error	23447	19-2-2016 10:28:09	-	26-2-2016 10:28:00	3D-design	In progress by Logistics	No	-	23447J5T200	€ 0,00
9518	Error	23421	19-2-2016 10:42:46	7-4-2016 13:01:10	25-2-2016 10:42:00	3D-design	Finished	No	-	23421J01	€ 199,11

Ticket ID

Ticket Title

First comment

Link

Figuur C.5: Vijfde tab van het dashboard