

MASTER

Optimalisatie langsliggervoorbereiding

van Brussel, G.A.T.M.

Award date:
2003

[Link to publication](#)

Disclaimer

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

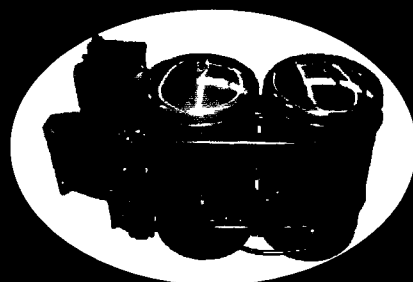
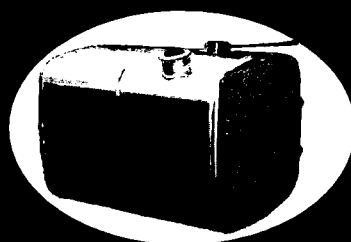
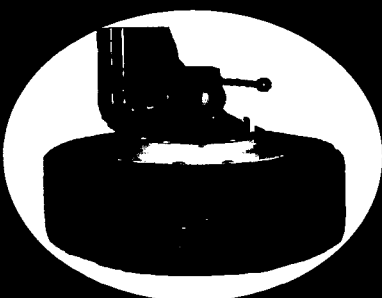
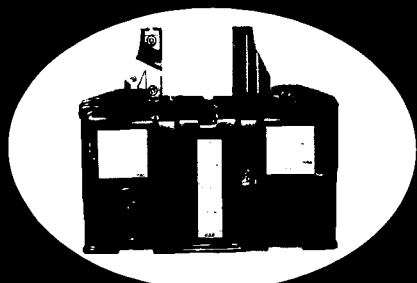
General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

ARW
2003
BDK

4083



Optimalisatie langsliggervoorbereiding

Afstudeerrapportage bij DAF Trucks N.V.

DAF Trucks N.V.
Hugo van der Goeslaan 1
5600 PT Eindhoven

G.A.T.M. van Brussel
Id. nr.: 480091
November 2003

Informatieblad

Afstudeerrapportage – Technische Universiteit te Eindhoven

Titel : Optimalisatie langsliggervoorbereiding
Subtitel : Afstudeerrapportage bij DAF Trucks N.V.
Datum uitgifte : 4 november 2003

Naam student : G.A.T.M. van Brussel
Identiteitsnummer : 480091
Onderwijsinstelling : Technische Universiteit Eindhoven
Faculteit : Technologie Management
Studierichting : Technische Bedrijfskunde
Capaciteitsgroep : Product- en Proces Kwaliteit
Afstudeerperiode : van 13 januari 2003 tot en met 17 oktober 2003

Naam bedrijf : DAF Trucks N.V.
Adres : Hugo van der Goeslaan 1
Postcode : 5643 TW
Plaats : Eindhoven
Telefoonnummer : 040-2149111

Bedrijfsbegeleider : Ir. L. van der Hulst
1° Begeleider : Ir. L. Monhemius
2° Begeleider : Dr. Ir. J.P. Vos

**NIET
UITLEENBAAR**

Voorwoord

Het rapport dat voor u ligt, is het resultaat van mijn afstudeerproject dat is uitgevoerd in het kader van de opleiding Technische Bedrijfskunde aan de Technische Universiteit te Eindhoven. Het onderzoek vond plaats op de afdeling Product Engineering bij DAF Trucks N.V. te Eindhoven gedurende de periode van januari tot en met november 2003

Bij deze wil ik de medewerkers van DAF Trucks N.V., die bij het onderzoek betrokken zijn geweest, bedanken voor het verstrekken van informatie en de prettige samenwerking tijdens mijn afstudeerperiode.

In het bijzonder de medewerkers van chassislijn 1: Henk Aarts, Peter van Os, Jan van Stijn en Peter Vogels, de medewerkers van chassislijn 2 en Product Ontwikkeling die bij dit onderzoek betrokken waren, wil ik bedanken voor hun medewerking. Zonder hun medewerking had dit onderzoek niet plaats kunnen vinden.

Mijn speciale dank gaat uit naar mijn bedrijfsbegeleider Lodewijk van der Hulst en mijn begeleiders van de Technische Universiteit te Eindhoven: Leo Monhemius en Jan-Peter Vos voor hun interesse, aanwijzingen en bruikbare adviezen tijdens het uitvoeren van mijn onderzoek en de totstandkoming van deze rapportage.

Geert van Brussel

Eindhoven, 4 november 2003

Abstract

This graduation project is the final part of the study Technical Engineering and Management Sciences. It took place at DAF Trucks N.V., a truck factory in Eindhoven, the Netherlands. The department where the assignment was executed is Product Engineering. This department focuses on the transformation of the drawings and product part lists, which are made by the department Product Development, to useful work instructions used by the Production Factory.

The assignment

The assignment is to improve the manufacturing engineering process of the side members. To improve the process, flowcharts are made to analyse the current situation. The result of this project must improve the efficiency of the process and/or a significant better quality of the output of the department Product Engineering.

Conclusions

For over twenty years the manufacturing engineering process has not changed a lot. The current situation is very complex, time-consuming and dependable on the knowledge of the employees. Therefore it is very hard to optimise this process. The manual process is very accessible for mistakes; these are solved one by one instead of improving the process to avoid mistakes. Describing the process in flowcharts creates a visibility of the complete process. This was new for DAF Trucks N.V., nobody could supervise the processes simultaneously. With these flowcharts opportunities for improvements are directly created.

The problems regarding the manufacturing engineering process are crossing the borders of the Product Engineering department. To achieve a good output, a good input is needed. This input, the information from Product Development, can be improved at several points. The lack of communication between employees (and departments) is one of the causes for the quality problems. To counter this suboptimalisation, working together must be promoted by managers.

A case-study shows us that the instructions, drawings and checks, made by Production Engineering, are not sufficient to achieve Six Sigma quality. Although a check saves over € 20.000,- a year, it is not the best solution to achieve this quality. Checks must be eliminated and managers must focus on the process instead off the product.

Besides the exposure of a *'white spot on the map'* in both the literature as the organisation of DAF Trucks N.V., two main conclusions of this assignment are:

- There are 1.800 different part numbers available for side members. Through the eyes of a Technical Engineer this process is completely unmanageable.
- The confidence in inspection is too high. There is no learning curve in the organisation of DAF Trucks N.V. from the identified problems.

Samenvatting

DAF Trucks N.V. produceert volgens de methode *'Build-to-Order'*, dat wil zeggen dat DAF Trucks N.V. alleen voertuigen bouwt die feitelijk al verkocht zijn. Deze voertuigen worden gebouwd volgens de afgesproken specificatie. Klanten vragen om een steeds groter assortiment van mogelijkheden en wensen. De vele configuraties en opties leiden tot veel verschillende voertuigvarianten.

Een van de hoofdtaken van de medewerkers van de afdeling Product Engineering (PE-TF), waar deze opdracht is uitgevoerd, is het vertalen van stuklijsten en tekeningen, gemaakt door de afdeling Product Ontwikkeling (PO), naar werkbare instructies voor het assembleren van een voertuig.

Deze vertaalslag wordt het voorbereidingsproces genoemd. Hierbij neemt de langsligger (of chassis-balk) een centrale rol in ten opzichte van de overige onderdelen, omdat de langsligger gezien kan worden als een kapstok waaraan alle onderdelen 'opgehangen' worden. Momenteel bestaan er 1.800 langsliggercodenummers, wat zorgt voor een zeer complex voorbereidingsproces. Hierdoor neemt het voorbereidingsproces **teveel tijd** in beslag en worden er tijdens het voorbereiden van de langsliggers **teveel fouten** gemaakt. De doelstelling van deze afstudeeropdracht is om te onderzoeken in hoeverre de voorbereiding van de langsligger de oorzaken kan zijn bij het optreden van kwaliteitsproblemen. Aan de hand van een procesbeschrijving worden verbeteringsvoorstellen opgesteld waarbij een kwalitatief betere output of een efficiënter proces ontstaat. Hierbij is rekening gehouden met de randvoorwaarden die door DAF Trucks N.V. opgelegd zijn. Deze randvoorwaarden zijn erg bepalend geweest voor de uitvoering van het onderzoek. Er is geprobeerd om de verbeteringsvoorstellen te kwantitatief te onderbouwen, maar hiervoor zijn de juiste prestatie-indicatoren of benodigde data niet altijd aanwezig of beschikbaar.

Er is geen relevante literatuur te vinden over de interface tussen ontwerp en productie in combinatie met Six Sigma en de principes van *lean*. De beste onderzoeksmethode om een goed beeld te krijgen van het voorbereidingsproces, is het zelf voorbereiden van een chassisraam. Dit was de enige mogelijkheid om het huidige voorbereidingsproces in kaart te brengen, vooral omdat het voorbereidingsproces erg ambachtelijk en complex is en gebaseerd op ervaringskennis van de medewerkers. Doordat er geen standaardisatie of parallelisatie van werkzaamheden mogelijk is, vormt dit een grote barrière voor verdere optimalisaties.

Six Sigma is overheersend in de bedrijfsvoering van DAF Trucks N.V.. Six Sigma is een alomvattend en flexibel systeem voor het behalen en vasthouden van zakelijk succes. Het is een rigoureuze analytische aanpak om fouten te reduceren. Het in kaart brengen van het huidige voorbereidingsproces is gedaan door het opstellen van een process map. Deze manier om het proces inzichtelijk te maken, was nieuw voor DAF Trucks N.V.. De aard van het werk was zodanig dat niemand gelijktijdig het hele proces kon overzien. Het inzichtelijk maken van de processen kan direct leiden tot verbeteringen.

Van het wijzigingstraject kan geen eenduidige procesbeschrijving gemaakt worden. De nazorg-activiteiten zijn alleen gericht op het herstellen van fouten (productgericht in plaats van procesgericht). Dus alle aandacht gaat uit naar het opknappen van de fouten zonder dat er een structurele actie is om het proces te verbeteren

Door het opstellen van de process map kan direct geld bespaard worden door het elimineren van overbodige processtappen:

- Met betrekking tot het verifiëren van de langsliggertekening met de componenttekeningen.
- Waarin de schets van een Autocad-file omgezet wordt naar een zogenaamde AFP-file.
- Het complete proces voor het maken van schetsen, als dit proces geautomatiseerd kan worden. Hiervoor zijn ingrijpende wijzigingen noodzakelijk in de ondersteunende systemen en applicaties.

Naast het elimineren van overbodige processtappen, zijn hieronder twee tips die kunnen leiden tot optimalisaties:

- Het verwijderen van deze overbodige varianten zou de handelingen veel overzichtelijker kunnen maken. Onderzoek of het mogelijk is om de MUI te koppelen aan de moederrollen om overbodige varianten in handelingen zichtbaar te krijgen en ze te verwijderen.
- Een soortgelijke weergave als de moederrol is niet mogelijk in het huidige mainframe, maar wel is het mogelijk om gebruik te maken van twee schermen waardoor een gewenste weergave redelijk goed te benaderen is.

Uit de analyse van de process map is onder andere gebleken dat de problemen met betrekking tot de voorbereiding tot de langsliggers zich niet beperken tot alleen de afdeling PE-TF. Een deel van de input die afkomstig is van PO en de output voor de Truckfabriek worden daarom meegenomen in het onderzoek, evenals de communicatie tussen de afdelingen.

De veelheid, complexiteit, onduidelijkheid en fouten in de informatie van PO, leiden tot fouten in het voorbereidingsproces. Het oplossen van deze fouten kan veel tijd kosten. Er ontstaan eveneens fouten door incorrecte vrijgiftes van PO. De reeks aanpassingen die daarop volgt, leidt wederom tot fouten. De afdeling PE-TF verzorgt niet alleen de vertaling van de stuklijsten en tekeningen naar bruikbare werkinstructies voor de Truckfabriek, maar in de huidige situatie verzorgen ze ook de controle op de input van PO.

Samen met de medewerkers van chassislijn 1 zijn de grootste problemen (inclusief verbeteringen) met betrekking tot de input van PO voor de voorbereiding van langsliggers opgesteld. Deze zijn:

- Aanpassen van de tabel op de langsliggertekening
De informatie in de tabel op de langsliggertekening moet 100% correct zijn en gesplitst in een linker- en rechterzijde, zodat niet steeds de informatie in de tabel met behulp van de component-tekeningen geverifieerd hoeft te worden. De kwaliteit van de instructies zal stijgen en de voorbereidingstijd zal dalen. De tijdsbesparing wordt geschat op € 128.640,- per jaar voor PE-TF.
- Automatisch basis-afgeleide
Het basis-afgeleide principe wordt niet correct toegepast. Sinds mei 2000 is het aantal afgeleiden met ruim 4% afgenomen. Het aantal basissen kan in de huidige situatie met maximaal 66% gereduceerd worden.
Het voorbereiden zonder het basis-afgeleide principe kost PE-TF: eenmalig € 25.600,- en jaarlijks € 35.200,-. De kosten voor het opbouwen van een handmatige basis-afgeleide structuur kost PO: eenmalig € 19.200,- en jaarlijks € 19.200,-. De kosten voor het ontwikkelen en onderhouden van deze programmatuur is onbekend.
- Wijzigingen tijdens de Model Year Change (MYC) zijn slecht zichtbaar
De wijzigingen die tijdens de MYC doorgevoerd worden zijn slecht zichtbaar. Naar schatting wordt 50% van de veranderingen, als gevolg van verplaatsingen, niet aangepast in de instructies en schetsen. Omdat de applicatie LLOS niet geschikt is, is de beste oplossing het wijzigings-overzicht (inclusief het archief) dat door PO gemaakt wordt.
- Relatielijst
De relatielijst is niet altijd duidelijk en overzichtelijk. Een gewenste relatielijst kan zonder veel moeite en kosten gemaakt worden in het huidige mainframe. Volgens de medewerkers resulteert dit in een voorbereidingstijdreductie en een kwaliteitsverbetering.

De output van PE-TF is niet direct te controleren en er is ook geen data beschikbaar. Om het belang aan te geven van goede instructies en schetsen, is een case-studie uitgevoerd naar één bepaalde fout: het ontbreken van bouten in de K-balk of 1° dwarsligger. Met deze case-studie is aangetoond dat de bestaande inspecties en montagevoorschriften niet toereikend zijn.

Het gevonden percentage fouten bleek veel hoger dan verwacht. Bij bijna 7% van de voertuigen werden ontbrekende bouten geconstateerd. Een controle is ingevoerd om deze fouten te voorkomen en lijkt ruim € 20.000,- op jaarbasis te besparen. Met behulp van beschikbare literatuur is aangetoond, dat inspecties dwars staan op de filosofie van Six Sigma. Inspecties zijn duur en met behulp van inspectie wordt niet 100% van de fouten gedetecteerd.

Een slechte communicatie is ook één van de oorzaken van de kwaliteitsproblemen. Over deze problematiek is ook geen bruikbare literatuur te vinden. Met medewerking van de medewerkers is geprobeerd de communicatieproblemen op te lossen.

Binnen de afdeling PE-TF wordt door de lijndelen chassislijn 1 en chassislijn 2 dubbel werk uitgevoerd. Maar de manier van werken en het vastleggen van de informatie is verschillend. Na een brainstormsessie zijn verschillende alternatieven opgesteld om de communicatiestroom te verbeteren. Het opvoeren van aparte gaten voor bepaalde componenten geniet de voorkeur, maar dit heeft een hele grote impact op de organisatie van DAF Trucks N.V.. Het opvoeren van aparte gaten voor de remgoten, levert de afdeling PE-TF een geschatte besparing van € 71.000,- op.

Ook buiten de afdelingsgrenzen is de communicatie niet optimaal. Binnen de organisatie van DAF Trucks N.V. wordt suboptimalisatie bevorderd in plaats van samenwerking. Er is op basis van de literatuur aangetoond dat de contraproductieve strategieën vervangen kunnen worden door werkelijke

samenwerking, procesverbetering en productiviteit op de lange termijn. De belangrijkste oorzaak is de grote werkdruk. De verschillende doelstellingen per afdeling leiden tot felle discussie en een heftige interne concurrentie in plaats van samenwerking.

Er is een belangrijke *'witte vlek op de kaart'* aangetoond in de literatuur, waardoor tijdens dit onderzoek weinig gebruik gemaakt kon worden van bestaande literatuur. Niet alleen in de literatuur, maar ook bij DAF Trucks N.V. is een *'witte vlek op de kaart'* aangetoond, met behulp van de case-studie naar het ontbreken van bouten in de K-balk of 1^o dwarsligger. Er is ook aangetoond dat de kwaliteit bij DAF Trucks N.V. verre van Six Sigma is.

De verbeteringsvoorstellen hebben niet geleid tot een concreet herontwerp van het voorbereidingsproces. Door de grote hoeveelheid details, een star en oud mainframe en een complex proces gebaseerd op ervaringskennis, was het niet mogelijk om binnen de gestelde randvoorwaarden een concreet herontwerp te maken. Het onderzoek is duidelijk een probleemsigalerend onderzoek geworden waarbij voornamelijk de processen en problemen inzichtelijk gemaakt zijn. Wel zijn er een aantal concrete verbeteringsvoorstellen uit dit onderzoek naar voren gekomen, die leiden tot een optimalisatie van het huidige voorbereidingsproces van de langsliggers. Maar de twee belangrijkste eindconclusies van dit onderzoek zijn:

1. Er bestaan momenteel 1.800 langsliggercodenummers. Vanuit bedrijfskundig perspectief is het proces met betrekking tot de langsliggers onbeheersbaar.
2. Er is bij DAF Trucks N.V. geen leerproces aan de hand van geconstateerde fouten. Er wordt teveel vertrouwd op inspectie.

Inhoudsopgave

Informatieblad	3
Voorwoord	5
Abstract	7
Samenvatting	9
Inhoudsopgave	13
1. Inleiding	15
2. Het project	17
2.1. Probleemstelling	17
2.2. Doelstelling	17
2.3. Afbakening	18
2.4. Plan van aanpak	18
3. Achtergrondinformatie	21
3.1. Historie	21
3.2. Heden	21
3.3. Organisatie	22
3.4. Verdeling hoofdproces	23
3.5. Langsligger	23
3.5.1. Wat is een langsligger?	23
3.5.2. Uitzonderingspositie	24
4. Theorie en verantwoording aanpak	27
4.1. Algemeen	27
4.1.1. Randvoorwaarden	27
4.1.2. Gesprekken en sessies	28
4.1.3. Verbeteringsvoorstellen; kwaliteit/tijd/kosten	29
4.2. Proces PE-TF	30
4.2.1. Stroomschema's	30
4.2.2. Six Sigma	31
4.3. Input van Product Ontwikkeling	32
4.4. Output voor de Truckfabriek	32
4.4.1. Case-studie	32
4.4.2. Theorie met betrekking tot controles	33
4.5. Communicatiestromen	33
4.6. Conclusies	34
5. Analyse: Proces PE-TF	35
5.1. Procesbeschrijving projecten	35
5.1.1. Voorbereiden	36
5.1.2. Maken van schetsen	36
5.1.3. Verponsen	37
5.1.4. Controle	37
5.2. Procesbeschrijving nazorg	37
5.2.1. Rol van PE-TF in het nazorgproject	38
5.2.2. Stroomschema's nazorgtraject	39
5.3. Process map	39
5.4. Conclusies	40

6. Analyse: Input van Product Ontwikkeling	43
6.1. Aanpassen van de tabel op de langsliggertekening	43
6.2. Automatisch basis-afgeleide:	44
6.3. Wijzigingen tijdens MYC slecht zichtbaar	46
6.4. Relatielijst.	48
6.5. Conclusies	49
7. Analyse: Output voor de Truckfabriek	51
7.1. Case-studie: het ontbreken van bouten in de K-balk of 1 ^o dwarsligger	51
7.2. Waarom is er niet eerder actie ondernomen?	53
7.3. Alternatieven voor voorbereiden	54
7.4. Genomen acties als gevolg van de steekproef	55
7.5. Kwantificering resultaat	56
7.6. Controles in theorie	57
7.6.1. Managementmethoden van Dr. Deming	57
7.6.2. Six Sigma	58
7.7. Conclusies	59
8. Analyse: Communicatiestromen	61
8.1. Splitsing tussen CHL1 en CHL2	61
8.2. Product Ontwikkeling vs. Product Engineering	63
8.2.1. Insteek en doelstellingen van PO en PE-TF	63
8.2.2. Samenwerking in theorie	64
8.3. Conclusies	65
9. Verbeteringsvoorstellen	67
9.1. Proces PE-TF	67
9.1.1. Elimineren van activiteiten	67
9.1.2. Overige ideeën	67
9.2. Input van Product Ontwikkeling	69
9.2.1. Aanpassen van de tabel op de langsliggertekening	69
9.2.2. Automatisch basis-afgeleide	70
9.2.3. Wijzigingen tijdens MYC slecht zichtbaar	72
9.2.4. Relatielijst	74
9.3. Output voor de Truckfabriek	76
9.3.1. Opmerkingen en adviezen naar aanleiding van de controle	76
9.4. Communicatiestromen	77
9.4.1. Splitsing tussen CHL1 en CHL2	77
9.5. Prestatie-indicatoren	79
10. Conclusies en aanbevelingen	81
10.1. Conclusies	81
10.1.1. Met betrekking tot het onderzoek	85
10.2. Aanbevelingen	86
Literatuuroverzicht	89
Tabellen en figuren	91
Lijst met afkortingen	93

1. Inleiding

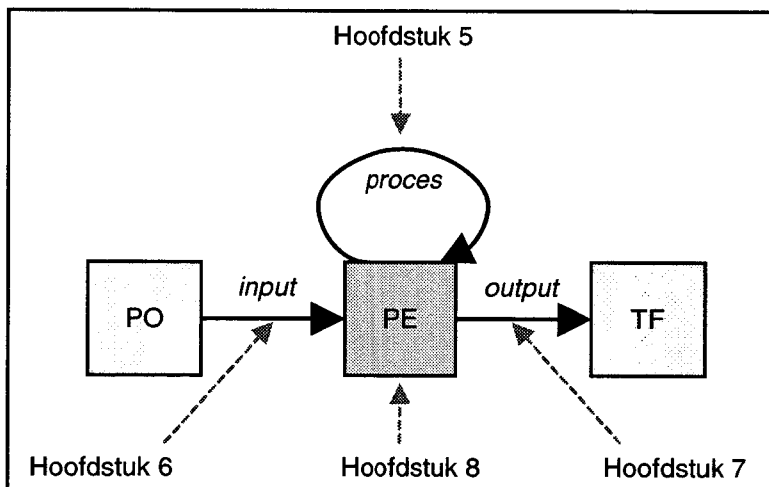
Voor u ligt de afstudeerrapportage van het onderzoek naar de optimalisatie van het voorbereidingsproces van langsliggers. Dit onderzoek is uitgevoerd bij DAF Trucks N.V. op de afdeling Product Engineering (PE-TF) in het kader van het afstuderen aan de Technische Universiteit te Eindhoven, met als studierichting Technische Bedrijfskunde en vakgroep Product- en Proceskwaliteit.

Een van de hoofdtaken van een medewerker van PE-TF is het vertalen van tekeningen en stuklijsten, die verkregen worden van de afdeling Product Ontwikkeling (PO), naar bruikbare werkinstructies voor het assembleren van voertuigen in de Truckfabriek (TF). Dit proces wordt het voorbereidingsproces genoemd.

De langsliggers (of chassisbalken) vormen samen met de dwarsliggers de basis van een vrachtwagen. In feite is de langsligger een kapstok waaraan de overige onderdelen opgehangen worden. De vele mogelijke voertuigconfiguraties en opties leiden tot veel verschillende langsliggers (1.800). Het voorbereidingsproces van langsliggers bevat teveel fouten en neemt teveel tijd in beslag.

Dit afstudeerproject heeft als doel de oorzaken van de problemen met betrekking tot het voorbereidingsproces zichtbaar te maken. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de oorzaken met betrekking tot het voorbereidingsproces, de input en de output van dit proces en de communicatiestromen binnen en buiten de afdeling PE-TF.

Dit onderscheid is ook terug te vinden in de opbouw van deze rapportage. De opbouw van de rapportage is in figuur 1 weergegeven. De relatie tussen de hoofdstukken is hierdoor duidelijk zichtbaar.



Figuur 1: Schematische opbouw van de rapportage

Na een omschrijving van het project in hoofdstuk twee en in hoofdstuk drie is achtergrondinformatie opgenomen die benodigd is voor een goed begrip van de inhoud van de rapportage. Na een korte beschrijving van het bedrijf en organisatie, wordt er ook kort ingegaan op het hoofdproces. Omdat deze opdracht betrekking heeft op het voorbereidingsproces van de langsliggers, wordt tot slot in dit hoofdstuk uitlegt wat een langsligger (of chassisbalk) precies is en waarom ze een uitzonderingspositie innemen ten opzichte van overige onderdelen op een vrachtwagen.

In het vierde hoofdstuk wordt de aanpak van het onderzoek verantwoord. Hier blijkt dat de randvoorwaarden bepalend zijn geweest voor de uitvoering van het onderzoek.

Er is geen literatuur beschikbaar over de interface tussen ontwerp en productie in combinatie met de principes van *lean* en de Six Sigma filosofie dat in de bedrijfsvoering bij DAF Trucks N.V. toegepast wordt. De beste onderzoeksmethode, het zelf deelnemen aan het voorbereidingsproces, is erg arbeidsintensief, maar noodzakelijk voor het in kaart brengen van dit complexe proces. Hierbij ben ik voorbeelden tegengekomen die ver van de beoogde Six Sigma kwaliteit afweken. Het inzichtelijk

maken van de processen was nieuw voor DAF Trucks N.V.. Door de aard van de werkzaamheden kon niemand het complete voorbereidingsproces gelijktijdig overzien. Het opstellen van de stroom-schema's, in hoofdstuk 5, heeft geleid tot het inzichtelijk maken van de processen, wat direct tot verbeteringen zal leiden.

Vervolgens worden in hoofdstuk 6 de input van PO nader bekeken en de grootste problemen met betrekking tot de input worden opgesteld en uitgewerkt. Door deze problemen verzorgt de afdeling PE-TF in de huidige situatie naast de vertaling van stuklijsten en tekeningen naar bruikbare werkinstructies ook de controle van de informatie die door PO verstrekt wordt.

Niet alleen in de literatuur, maar ook bij DAF Trucks N.V. is sprake van een '*witte vlek op de kaart*'. Dit is met behulp van de case-studie naar het ontbreken van bouten in de K-balk of 1^o dwarsligger aangetoond in hoofdstuk 7.

In hoofdstuk 8 staan de communicatiestromen centraal. Allereerst wordt ingegaan op de communicatie binnen de afdeling PE-TF, en het bereiken van een betere afstemming tussen chassislijn 1 (CHL1) en chassislijn 2 (CHL2).

De communicatie tussen de afdelingen wordt geanalyseerd. Met behulp van aangeraden literatuur wordt hier beschreven hoe suboptimalisatie tegengegaan kan en zelfs vervangen kan worden door werkelijke samenwerking, procesverbeteringen en het verhogen van de productiviteit op de lange termijn.

Dit afstudeerproject is vooral een probleemsigalerend onderzoek geweest, waarbij voornamelijk de processen en problemen inzichtelijk gemaakt zijn. De verbeteringsvoorstellen hebben niet geleid tot een concreet herontwerp van het voorbereidingsproces. Door de grote hoeveelheid details, een star en oud mainframe en een complex proces gebaseerd op ervaringskennis, was het niet mogelijk om binnen de gestelde randvoorwaarden een concreet herontwerp te maken. Wel zijn er een aantal concrete verbeteringsvoorstellen uit dit onderzoek naar voren gekomen en uitgewerkt in hoofdstuk 9. Tot slot zijn de conclusies en aanbevelingen opgesomd in hoofdstuk 10.

Achteraan in deze rapportage is een overzicht van de geraadpleegde literatuur opgenomen. In het deze afstudeerrapportage wordt met behulp van een codering verwezen naar een boek, artikel of rapport in deze literatuurlijst. De verwijzing ziet er als volgt uit: tussen vierkante haken is de afkorting "lit." gevolgd door de codering cursief weergegeven. Bijvoorbeeld: [lit.: *BRO98*]. Het literatuuroverzicht wordt gevolgd door een overzicht van alle tabellen en figuren die in deze afstudeerrapportage opgenomen zijn.

Bij DAF Trucks N.V. wordt heel veel gebruik gemaakt van afkortingen. Alle gebruikte afkortingen en de bijbehorende betekenis zijn aan het einde van deze rapportage in een alfabetisch gerangschikt overzicht opgenomen.

In deze rapportage wordt verschillende malen verwezen naar informatie in bijlagen. Deze bijlagen zijn opgenomen in een apart deel. Samen met dit deel waarin de eigenlijke rapportage is opgenomen, vormen zij de complete verslaglegging van deze afstudeeropdracht.



2. Het project

Tijdens de analysefase van het afstudeerproject is gebleken dat de processen en de bijbehorende problemen met betrekking tot de langsligger erg complex zijn en zich niet beperken tot de afdelingsgrenzen van Product Engineering (PE-TF). De definitieve probleem- en doelstelling, zoals geformuleerd in paragraaf 2.1. en 2.2. zijn dus pas tot stand gekomen in de loop van het onderzoek. Door DAF Trucks N.V. zijn een aantal randvoorwaarden aan het onderzoek gesteld, deze worden in paragraaf 2.3. opgesomd. Omdat bij DAF Trucks N.V. veel gebruik gemaakt van de Six Sigma filosofie is ook het plan van aanpak (zie paragraaf 2.4.) van dit onderzoek gebaseerd op Six Sigma technieken.

2.1. Probleemstelling

Een van de hoofdtaken van een medewerker van PE-TF is het vertalen van het ontwerp dat ontwikkeld is door Product Ontwikkeling (PO) naar werkbare instructies die benodigd zijn voor het assembleren van een voertuig in de Truckfabriek (TF). Dit proces wordt voorbereiden genoemd. Klanten vragen om een steeds groter assortiment van mogelijkheden en wensen, de vele configuraties en opties leiden tot veel verschillende voertuigvarianten. De langsligger neemt hierbij een uitzonderingspositie in ten opzichte van de overige onderdelen, omdat de langsligger gezien kan worden als de kapstok (of ruggengraat) van het voertuig.

Er bestaan momenteel ongeveer 1.800 (!) langsliggercodenummers. Dit zorgt ervoor dat het beheersen van het voorbereidingsproces van langsliggers een erg complex proces is met een zekere foutkans, waardoor de kwaliteit van de instructies en daarmee het uiteindelijke product, kan worden beïnvloed.

Het huidige voorbereidingsproces van de langsliggers voor de afdeling PE-TF, zorgt voor:

1. Teveel fouten in het voorbereidingsproces.
2. Het voorbereidings- en wijzigingsproces nemen teveel tijd in beslag.

2.2. Doelstelling

Het doel van deze afstudeeropdracht is om aan de hand van een procesbeschrijving, verbeteringsvoorstellen op te stellen met betrekking tot het voorbereiden van de langsliggers binnen de voor de DAF Trucks N.V. beschikbare mogelijkheden. Er zal onderzocht worden in hoeverre de voorbereiding van de langsligger de oorzaak kan zijn bij het optreden van kwaliteitsproblemen. Vijf onderzoeksvragen waarop antwoord gegeven zal worden, zijn:

1. Wat zijn de oorzaken van bovengenoemde problemen met betrekking tot het voorbereidingsproces voor de afdeling Product Engineering (PE-TF)?
2. Wat zijn de oorzaken van bovengenoemde problemen met betrekking tot de input van het voorbereidingsproces ofwel de output van de afdeling Product Ontwikkeling (PO)?
3. Wat zijn de oorzaken van bovengenoemde problemen met betrekking tot de output van het voorbereidingsproces ofwel de input van de Truckfabriek (TF)?
4. Wat zijn de oorzaken van bovengenoemde problemen met betrekking tot de communicatie tussen de betrokken afdelingen?
5. Wat zijn de verbeteringsvoorstellen voor een efficiënter voorbereidingsproces met een kwalitatief betere output?

2.3. Afbakening

Door DAF Trucks N.V. zijn een aantal randvoorwaarden aan het onderzoek gesteld om de complexiteit van het onderzoek te reduceren. Deze randvoorwaarden zijn:

- De focus van dit onderzoek moet liggen op de afdeling PE-TF. De situering van de afdeling PE-TF, binnen de organisatie van DAF Trucks N.V. wordt in figuur 4 weergegeven.
- De verbeteringsvoorstellen moeten tot een integrale verbetering leiden, dus niet tot een reductie van de voorbereidingstijd voor PE-TF en een forse toename van de ontwikkelingstijd voor PO.
- De basis van de ondersteunde systemen en applicaties blijft.
- De verbeteringsvoorstellen moeten financieel haalbaar zijn.

Deze randvoorwaarden zijn door het management van de afdeling PE-TF aan het onderzoek gesteld om de complexiteit van het onderzoek te reduceren. Hierdoor zou het mogelijk moeten zijn, het onderzoek binnen de gestelde afstudeertermijn af te kunnen ronden. De 3^e en 4^e randvoorwaarden moeten meegenomen worden om de uitvoerbaarheid van de verbeteringsvoorstellen te vergroten. DAF Trucks N.V. wil een onderzoek dat bruikbaar is en niet in de spreekwoordelijke la zal verdwijnen.

2.4. Plan van aanpak

Eerst zal een inventarisatie van het huidige proces gemaakt worden. Dit zal gebeuren aan de hand van gesprekken met medewerkers van de betrokken afdelingen, beschrijvingen van procedures en interne rapporten.

Daarna zal een analyse van het huidige proces gemaakt worden. Tot slot zullen een aantal voorstellen gepresenteerd worden voor een efficiënter proces. De verschillende stappen waaruit het onderzoek is opgebouwd, zijn dus:

<u>Oriëntatie:</u>	De afronding van de oriëntatiefase moet resulteren in het formuleren van de definitieve probleem- en doelstelling.
<u>Inventarisatie:</u>	Het resultaat van deze fase is een complete in kaart gebrachte procesbeschrijving.
<u>Analyse:</u>	Het analyseren van het huidige proces en het formuleren van de conclusies
<u>Verbeteringsvoorstellen:</u>	Deze fase resulteert in een aantal concrete verbeteringsvoorstellen aangevuld met een kwantificering van het beoogde resultaat en de benodigde investeringen.
<u>Rapportage/presentatie:</u>	Deze tijd is gereserveerd voor het schrijven van het eindrapport en het voorbereiden van de presentatie.

Het onderzoek is gebaseerd op het 'tien stappenplan' van Kempen en Keizer dat behandeld wordt in het boek "Advieskunde voor praktijkstages" en de stappen uit het boek "Het ontwerpen van een onderzoek" van Verschuren en Doorewaard. [lit.: KEM00] en [lit.: VER95]

De verschillende stappen, waaruit het onderzoek is opgebouwd, zijn gebaseerd op de DMAIC-cyclus die tijdens de uitvoering van een Six Sigma project ook gebruikt worden. Omdat bij DAF Trucks N.V. veel gebruik wordt gemaakt van de Six Sigma filosofie, is er voor gekozen de indeling herkenbaar te houden en een soort gelijke opbouw van het onderzoek toe te passen.

De vergelijking met de DMAIC-cyclus is hieronder per stap toegelicht:

- **Define:** Voordat een project start wordt er een financiële berekening gemaakt van de verwachte opbrengsten. Na de projectselectie wordt het project in de volgende vier stappen doorgevoerd. Deze fase vertoont veel overeenkomsten met de oriëntatiefase waarin, naast kennis maken met het bedrijfsproces, het project wordt geformuleerd (in plaats van geselecteerd).
- **Measure:** Met behulp van allerlei methodieken wordt een helder inzicht verkregen in de huidige status van de kwaliteit van het proces. In deze fase wordt het proces schematisch in kaart gebracht met behulp van stroomschema's. Meten is van essentieel belang binnen het Six Sigma programma. In deze fase wordt dan ook op statistische wijze vastgesteld hoeveel fouten er in het proces optreden en hoe groot het percentage is dat in één keer goed door het proces loopt.

Deze fase is gelijk aan de inventarisatiefase. Het huidige proces en de status ervan zal beschreven worden (ook door middel van stroomschema's).

- **Analyse:** De analyse fase is van groot belang omdat hier de diepgang in kennis wordt verworven om het proces daarna te kunnen verbeteren en de besparingen te realiseren. De analysefase van het onderzoek heeft hetzelfde doel, namelijk de bottle-neck(en) in het voorbereidingsproces van langsliggers opsporen.
- **Improve:** Daarin wordt via logistieke simulatie en statistisch verantwoord experimenteren, de optimale instelling of vormgeving van het proces bepaald. In deze fase worden ook zo nodig methodieken uit andere programma's als *lean manufacturing* gebruikt. In feite is komt dit overeen met het opstellen en kwantificeren van verbeteringsvoorstellen.
- **Control:** Nadat de optimale werkwijze is gevonden, moet worden zorggedragen dat het proces in de loop van de tijd niet terugvalt naar het oude niveau. Voor het nieuwe proces worden de statistische regelkaarten opgezet of de werkwijze wordt opgenomen in ISO procedures en werkwijzen. Ook kunnen opleidingen tot de borgingsfase behoren, omdat daarmee de nieuwe werkwijze in het vakmanschap van de uitvoerders geborgd wordt. Deze rapportage en de eindpresentatie kunnen ook gezien worden als een soort borging. Er wordt namelijk exact vastgelegd hoe het onderzoek is opgezet en uitgevoerd. De verbeteringsvoorstellen kunnen gezien worden als nieuwe werkwijzen of kunnen gebruikt worden bij het opstellen ervan.

3. Achtergrondinformatie

In dit hoofdstuk is de achtergrondinformatie opgenomen over DAF Trucks N.V.. Allereerst wordt de historie van DAF Trucks N.V. beschreven in paragraaf 3.1. In paragraaf 3.2. wordt dieper ingegaan op de huidige situatie waarin DAF Trucks N.V. zich verkeerd. Daarna wordt in paragraaf 3.3. kort de organisatie van DAF Trucks N.V. beschreven en de plaats van de afdeling PE-TF binnen deze organisatie.

Het proces van ontwikkelen en voorbereiden, kan verdeeld worden in drie deelprocessen. Deze deelprocessen worden in paragraaf 3.4. beschreven. Paragraaf 3.5. gaat ten slotte specifiek op het onderwerp langsliggers in. In deze paragraaf wordt beschreven wat een langsligger is en waarom de langsligger een uitzonderingspositie inneemt ten opzichte van de overige onderdelen.

3.1. Historie

Op 1 april 1928 hebben de gebroeders Hub en Wim van Doorne in Eindhoven de N.V. 'Van Doorne's Machine Fabriek' opgericht, zie figuur 2. De fabriek is later uitgebreid tot 'Van Doorne's Aanhangwagen Fabriek' ofwel DAF. Vanaf 1949 rolden er trucks van de band. Sinds 1950 is de naam dan ook veranderd in 'Van Doorne's Automobiel Fabriek'. DAF opende in 1957 haar eigen motorenproductie-installatie en in 1958 startte het bedrijf de productie van achterassen. Door haar constante groei opende DAF in 1966 een nieuwe fabriek voor cabines en assen in Westerlo (België).



Figuur 2: Van Doorne's Machine Fabriek

Vanaf midden jaren zeventig braken roeriger tijden aan, diverse nieuwe bedrijfsonderdelen werden gestart of overgenomen. In 1987 ontstond DAF B.V. als houdstermaatschappij door een fusie met de belangrijke delen van de Britse ondernemingen Leyland Trucks, Leyland Parts en Freight Rover. DAF B.V. ging in juni 1989 naar de beurs en zo werd DAF N.V. de holding voor de werkmaatschappijen opgericht.

Ondanks een saneringspoging heeft DAF N.V., na een aantal verliesgevende jaren en een zwakke truckmarkt, in 1993 een herstart moeten maken. Afgeslankt is DAF Trucks N.V. op 2 maart 1993 met nieuwe geformuleerde kernactiviteiten opgericht en heeft sindsdien een gezonde ontwikkeling doorgemaakt. Op 15 november 1996 is DAF Trucks N.V. overgenomen door de Amerikaanse truckgigant Paccar Inc. (Pacific Car and foundry company).

3.2. Heden

Onder Paccar Inc. biedt DAF Trucks N.V. anno 2003 haar klanten een uitgebreide productrange, zie figuur 3. In het lichte segment de kleine compacte en gemakkelijk hanteerbare 45 en 55 LF-serie, voor het distributievervoer in de regio. Daarnaast de zwaardere 65, 75 en 85 CF-serie voor distributie op nationaal niveau. Tot slot in het zware segment de ruime en comfortabele 95 XF-serie, bedoeld voor het internationale transport. Elke truck wordt klantspecifiek geleverd. Hierbij is per type truck keus uit een groot aantal varianten, met verschillende cabines, verschillende motoren, een trekker (FT-) of een bakwagen (FA-)chassis en verschillende asconfiguraties.

DAF Trucks N.V. zet de stijgende lijn van de afgelopen jaren door in 2002. Afgelopen jaar heeft DAF Trucks N.V. haar



Figuur 3: Productrange DAF Trucks, LF-, XF- en CF-serie

marktaandeel in zowel het lichte als het zware segment van de West-Europese bedrijfsautomarkt verder kunnen uitbreiden. En dat terwijl de markt met circa 10% afnam.

Gebaseerd op de laatst beschikbare gegevens, nam de totaalmarkt voor het zware bedrijfsvoertuigen in West-Europa met 10,6% af; het aantal registraties daalde van 246.000 in 2001 tot 220.000 in 2002. Voor de lichte bedrijfsvoertuigen nam de totaalmarkt met 10,9% af; het aantal registraties daalde daar van 87.000 in 2001 tot 77.500 in 2002.

Het marktaandeel van DAF Trucks N.V. in het zware segment (meer dan 15 ton) is de 12% gepasseerd. Dit is een record in de geschiedenis van de onderneming.

In het lichte segment (van 6 tot 15 ton) groeide het marktaandeel van 7,7% in 2001 naar circa 9% in 2002 door het succes van de LF-serie. Dit voertuig is door een internationale vakjury gekozen tot 'International truck of the year 2002'.

In 2002 heeft DAF Trucks N.V. meer dan 38.000 voertuigen verkocht, dit is een stijging van 10% ten opzichte van 2001. In totaal werden ongeveer 37.300 voertuigen geproduceerd, waarvan 27.500 voertuigen uit de CF- en XF-serie en 9.800 voertuigen van het type LF. [lit.: COM03]

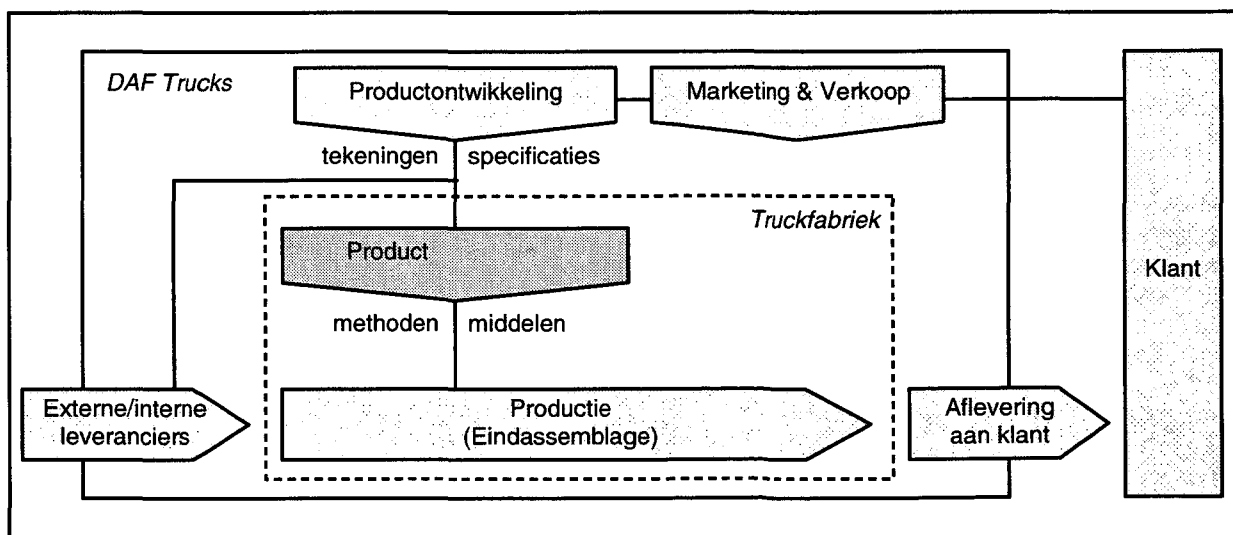
3.3. Organisatie

De directie van DAF Trucks N.V. is in Eindhoven gevestigd. Hieronder vallen de functiegebieden: Financiën, Marketing en Verkoop, Product Ontwikkeling en Operations (productie). Zie het organigram in bijlage 1.

Operations bestaat uit de Cabine- en Assenfabriek, gevestigd in Westerlo en de Motoren-, Plaatcomponenten- en Truckfabriek in Eindhoven. De Truckfabriek verzorgt onder andere de truckassemblage van de DAF 75, 85 en 95 in Eindhoven.

Evenals de andere fabrieken heeft ook de truckassemblage een afdeling Product Engineering de opdrachtgever van dit onderzoek. Deze afdeling is verantwoordelijk voor de vertaling van de ontwerptekeningen en stuklijsten van de producten naar het assemblageproces. Concreet betekent het onder andere dat de afdeling de inrichting van de assemblage bepaalt, instructies en taakverdelingen opstelt en gereedschappen en installaties verzorgt. Een uitgebreider functieprofiel van een medewerker van PE-TF is beschreven in bijlage 2.

Hoe de afdeling PE-TF is gesitueerd binnen DAF Trucks N.V., is weergegeven in figuur 4.



Figuur 4: De situering van de afdeling PE-TF binnen DAF Trucks N.V.

3.4. Verdeling hoofdproces

Voordat klanten de voertuigen kunnen bestellen of de productieafdelingen de voertuigen kunnen maken, moeten ze eerst ontwikkeld en voorbereid worden. Binnen het hoofdproces van het ontwikkelen en voorbereiden van een product worden de volgende drie deelprocessen onderscheiden:

1. Projecten: het ontwikkelen en vrijgeven van nieuwe producten.
2. Nazorg: het wijzigen van reeds vrijgegeven producten.
3. Het onderhouden van het productprogramma en het vrijgeven van producten op speciaal verzoek middels Inquiries en Niet Standaard Orders (NSO's).

Deze deelprocessen worden uitgebreider beschreven in bijlage 3. In de bijlagen 4, 5 en 6 zijn schema's weergegeven waarin de deelprocessen in hoofdlijnen weergegeven worden. Per processtap is aangegeven welke organisatorische eenheid het meest verantwoordelijk is voor het betreffende proces.

Verantwoording grensafbakening

Het onderzoek zal zich beperken tot de projecten en nazorg, de twee belangrijkste deelprocessen binnen het hoofdproces. Het onderhouden van het productprogramma en het vrijgeven van producten op speciaal verzoek middels inquiries en NSO's valt buiten de scope van het onderzoek. Hiertoe is besloten omdat dit deelproces veel minder voorkomt dan de overige twee. Daarnaast heeft dit deelproces veel raakvlakken heeft met het deelproces projecten in het geval van inquiries en het deelproces nazorg in het geval van NSO's. Het is daarom niet zinvol deze apart te analyseren.

In bijlage 3 is vermeld dat aan de hand van het PDB (Programme Description Book) twee verschillende vrijgiftes kunnen ontstaan: de RC- en de productie-vrijgifte. Met betrekking tot de langsligger betekent dit:

1. Vrijgifte voor RC (Research Center)

Voor RC worden alle langsliggers vrijgegeven die bestemd zijn voor beproevingsvoertuigen en langsliggers met specifieke beproevingswensen. Als blijkt dat tijdens een beproeving de langsligger niet sterk genoeg is, moet de constructeur de langsligger- en/of chassisraam-constructies aanpassen.

2. Vrijgifte voor productie

Dit is het definitieve ontwerp, dat vrijgegeven wordt voor productie. De resultaten van de RC-vrijgifte zijn hier al dan niet in verwerkt.

Dit onderzoek is beperkt tot alleen de productie-vrijgifte. Hiervoor is gekozen omdat een langsligger na een eventuele RC-vrijgifte uiteindelijk toch wordt vrijgegeven voor productie. De afdeling PE-TF bereidt de RC-vrijgifte niet voor, in tegenstelling tot de productie-vrijgifte die wel wordt voorbereid. Omdat dit onderzoek beperkt tot de afdeling PE-TF wordt de RC-vrijgifte van de langsliggers niet meegenomen in het onderzoek. Bovendien komt de RC-vrijgifte alleen maar voor binnen projecten, terwijl een productie-vrijgifte zowel binnen projecten als nazorg voorkomt. De productie-vrijgifte kan dus worden beschouwd als de hoofdstroom.

3.5. Langsligger

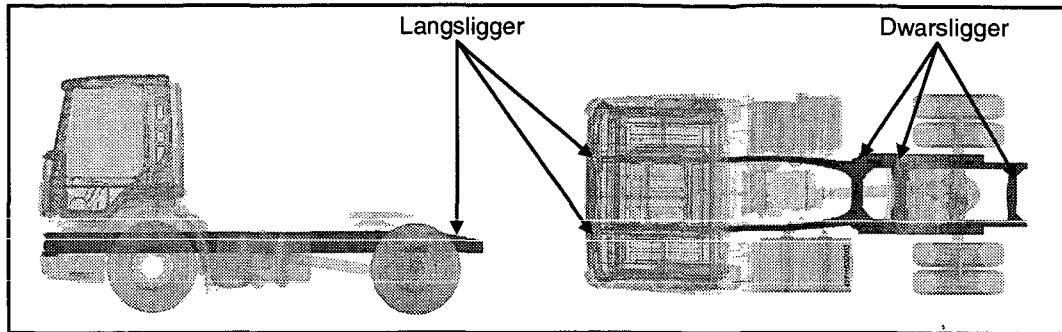
DAF Trucks N.V. produceert volgens de methode 'Build-to-Order', dat wil zeggen dat DAF Trucks N.V. alleen voertuigen bouwt die feitelijk al verkocht zijn. Deze voertuigen worden gebouwd volgens de afgesproken specificatie. Klanten vragen om een steeds groter assortiment van mogelijkheden en wensen. Daarom past DAF Trucks N.V. een ingewikkeld systeem, genaamd TES/MUI, toe om de configuratie van eindproducten op te slaan. Het productieprogramma in relatie tot de gebruikte systemen wordt beschreven in bijlage 8. De vele configuraties en opties leiden tot veel verschillende voertuigvarianten en daarmee tot veel verschillende langsliggers.

3.5.1. Wat is een langsligger?

De langsligger of chassisbalken zijn samen met de daar tussenliggende dwarsliggers de basisonderdelen van het vrachtwagenchassis, zie figuur 5. In deze paragraaf wordt kort uitgelegd wat

onder een langsligger verstaan wordt. Het ontwikkelings-, voorbereidings- en productieproces van de langsliggers worden uitgebreider beschreven in bijlage 9.

Een langsligger is eigenlijk een lange stalen plaat met een lengte van 4 tot 12 meter en een dikte van 6 tot 8,5 millimeter die over de hele lengte in een U-vorm gebogen is. Dit U-profiel kan aan de achterzijde een afschuining (sneep) hebben, in het midden een dubbele knik, meerdere uitsparingen en een grote hoeveelheid gaten (gemiddeld 300 gaten met verschillende diameters).



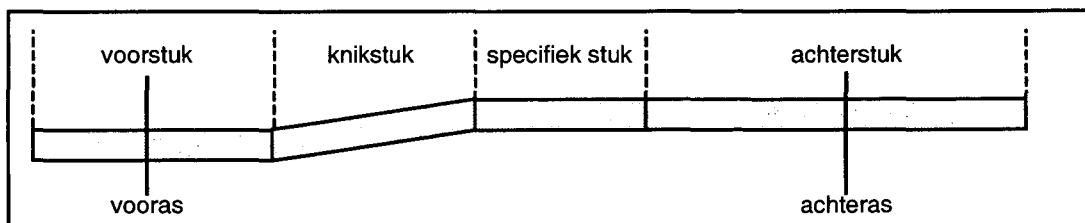
Figuur 5: Locatie van langs- en dwarsligger in een voertuig

Er bestaan momenteel ongeveer 1.800 verschillende langsliggercodenummers. Het chassisraam kan naast een paar langsliggers ook nog versterkingsprofielen bevatten. Deze versterkingsprofielen zijn smalle U-profielen die in een langsligger passen. Ze zijn korter dan de langsliggers waarin ze gemonteerd worden en zorgen voor een plaatselijke versteviging (voor en/of achter). De versterkingsprofielen hebben een minimale lengte van 1,7 meter, de gaten in de versterkingsprofielen corresponderen uiteraard met de gaten van de bijbehorende langsligger.

Deze gaten zijn nodig voor het kunnen bevestigen van allerlei voertuigonderdelen met bouten of klinknagels, zoals: brandstoftanks, een accubak en luchtketels. De langsligger (met een eventueel versterkingsprofiel) fungeert in feite als een kapstok. Ze vormen de ruggengraat van het voertuig. Ze moeten voldoende stevigheid bieden aan de onderdelen die erop gemonteerd worden.

Een langsliggerconstructie bestaat constructietechnisch gezien uit vier gedeeltes. De constructie van een langsligger is in figuur 6 weergegeven en bestaat uit:

1. Een voorstuk; het gebied vanaf de voorkant van het chassisraam tot aan het begin van de knik.
2. Een knikstuk; het gebied vanaf het begin van de knik tot aan het einde van de knik.
3. Een achterstuk; het gebied vanaf de dwarsligger voor de achteras tot en met de dwarsligger achter de achteras.
4. Een langsliggerspecifiek stuk; het gebied tussen het knikstuk en het achterstuk.



Figuur 6: Langsliggerconstructie

3.5.2. Uitzonderingspositie

Door de geavanceerde wijze waarop een langsligger wordt geproduceerd, zie bijlage 9, en het daaruit volgende verschil in doorlooptijd van de technische informatie en de logistieke besturingsinformatie, neemt de langsligger een uitzonderingspositie in ten opzichte van overige onderdelen.

Op de volgende punten neemt de langsligger ook een uitzonderingspositie in:

- De afhankelijkheid van de constructie (voornamelijk van het gatenpatroon): Constructeurs moeten bij het tekenen van onderdelen rekening houden met de basislayoutgegevens. Daarin staat hoeveel ruimte er maximaal voor elk onderdeel op de voertuigen gereserveerd is, zodanig dat ze niet met elkaar in conflict komen. Dus de constructeurs kunnen

onafhankelijk van elkaar gaan construeren, mits ze binnen de maximale beschikbare ruimte blijven. Dit betekent dat de langsligger pas geconstrueerd en vrijgegeven kan worden als de andere constructeurs hun ontwerp afgerond hebben en er bekend is welk gatenpatroon daarvoor nodig is.

- De wijzigingsgevoeligheid van de langsligger:

Als een groep gewijzigd wordt, heeft dit vaak tot gevolg dat het gatenpatroon in de langsligger aangepast moet worden. Het kan zijn dat gaten toegevoegd, gewijzigd, verwijderd of verplaatst moeten worden. Vanwege de 'kapstokfunctie' is de langsligger dus erg wijzigingsgevoelig.

- De afwijkende regeling voor uitwisselbaarheid van streepwijzigingen:

Voor gewijzigde onderdelen geldt: als de oude en nieuwe constructie niet uitwisselbaar zijn, krijgt dit 'nieuwe' onderdeel een nieuw codenummer. Is de oude en nieuwe constructie wel uitwisselbaar, dan wordt het vrijgegeven onder een streepwijziging.

Voor langsliggers geldt deze regeling niet. De wijzigingsgevoeligheid van het gatenpatroon van de langsligger zou leiden tot een explosieve stijging van het aantal codenummers. De langsliggers worden daarom bij aanpassingen vrijgegeven onder streepwijzigingen. Wanneer de profielgegevens gewijzigd worden, gaat het wel om een 'nieuwe' langsligger en wordt dan vrijgegeven onder een nieuw codenummer.

4. Theorie en verantwoording aanpak

Bij de voorbereiding van de langsliggers wordt gebruikt gemaakt van veel verschillende systemen en applicaties. Het aanpassen van deze systemen en applicaties is nauwelijks mogelijk door de samenhang en complexiteit hiervan.

De werkzaamheden van de medewerkers van de afdeling PE-TF zijn ambachtelijk en gebaseerd op ervaringskennis. Individuele gesprekken en interviews waren noodzakelijk voor het maken van een process map, afkomstig van de Six Sigma methodieken.

Uit de analyse van de process map is onder andere gebleken dat de problemen met betrekking tot de voorbereiding tot de langsliggers zich niet beperken tot alleen de afdeling PE-TF. Een deel van de input die afkomstig is van PO wordt daarom meegenomen in het onderzoek.

Doordat dit onderzoek gekenmerkt wordt door een groot aantal details, is, om een volledig beeld te ontwikkelen van het achterliggende proces, een case-studie uitgevoerd waarbij één specifiek probleem uitgewerkt wordt. De keuze voor een case-studie wordt versterkt door de geringe beschikbaarheid van data om de verbeteringsvoorstellen goed te kunnen onderbouwen.

De afbakening van het onderzoek, de keuze van de gebruikte theorieën en de gehanteerde werkwijze worden in dit hoofdstuk verder onderbouwd.

4.1. Algemeen

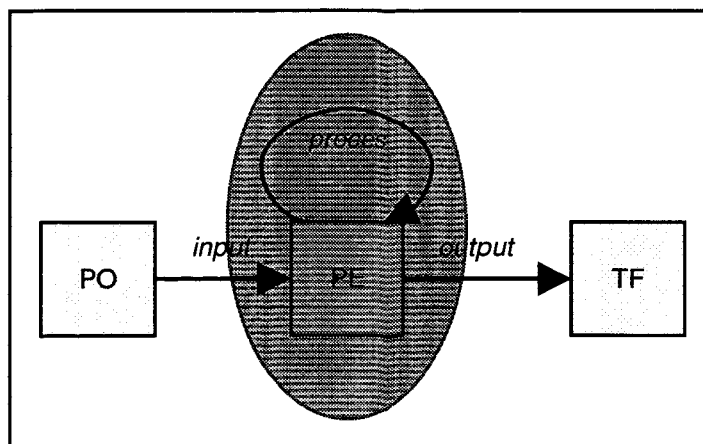
Een aantal algemene opmerkingen met betrekking tot de gekozen aanpak van het onderzoek worden in deze paragraaf behandeld. Zo is gebleken dat de randvoorwaarden erg bepalend zijn geweest voor de uitvoering van het onderzoek. En door de geringe beschikbaarheid van informatie en data, het in kaart brengen van het voorbereidingsproces en het kwantificeren van de verbeteringsvoorstellen, erg moeilijk bleek te zijn.

4.1.1. Randvoorwaarden

Door DAF Trucks N.V. zijn een aantal randvoorwaarden aan het onderzoek gesteld. Deze randvoorwaarden zijn natuurlijk meegenomen in de aanpak van het onderzoek. De randvoorwaarden zijn:

De focus van dit onderzoek moet liggen op de afdeling PE-TF

De verbeteringsvoorstellen zullen voornamelijk betrekking hebben op de afdeling PE-TF. Maar gedurende het onderzoek is gebleken dat de problemen met betrekking tot de langsligger erg complex zijn en zich niet beperken tot de afdelingsgrenzen van PE-TF. Dus naast de werkzaamheden van de afdeling PE-TF wordt ook een deel van de input die ontvangen wordt van PO en de output voor de Truckfabriek meegenomen in dit onderzoek. In onderstaande figuur, figuur 7, is dit grafisch weergegeven. Het rood gearceerde gebied is de scope van dit onderzoek.



Figuur 7: Scope van het onderzoek

De verbeteringsvoorstellen moeten tot een integrale verbetering leiden

De verbeteringsvoorstellen mogen bijvoorbeeld niet leiden tot een reductie van de voorbereidingstijd voor PE-TF en een forse toename van de ontwikkelingstijd voor PO. Met behulp van een kwantificering van het beoogde resultaat zal dit geverifieerd worden of de verbeteringsvoorstellen leiden tot een integrale verbetering.

De basis van de ondersteunde systemen en applicaties blijft

In 1980 is het PIB ingevoerd, die anno 2003 nog steeds gebruikt wordt. In 1982 deden de eerste terminals met het mainframe (Eicon Access) haar intrede bij DAF Trucks N.V., en in 1995 is de pc-versie van Eicon Access beschikbaar gekomen. Al meer dan 20 jaar wordt min of meer op de huidige manier gewerkt.

In de afgelopen 20 jaar zijn veel aanpassingen en koppelingen tussen de verschillende systemen aan gebracht. De systemen die bij DAF Trucks N.V. gebruikt worden om het standaard productprogramma op te slaan is de TES/MUI. Dit systeem is uitgebreid beschreven in bijlage 8 en laat de complexiteit en de samenhang tussen de systemen duidelijk zien. Door de grote variëteit van systemen die allemaal met elkaar communiceren, blijkt dat men niet eenvoudig een systeem aanpassing kan doen, zonder daarbij andere applicaties te raken.

Deze randvoorwaarde houdt in dat er geen ingrijpende veranderingen met betrekking tot de computersystemen voorgesteld mogen worden, omdat het aanpassen van het systeem en mainframe aan de huidige wensen een hele dure en ingrijpende verandering in de complete organisatie van DAF Trucks N.V. zal zijn. Daarnaast is het aanpassen moeilijk vanwege de slechte communicatie van Eicon Access met andere applicaties, bijvoorbeeld Autocad.

De verbeteringsvoorstellen moeten financieel haalbaar zijn

Of een verbeteringsvoorstel financieel haalbaar is, moet blijken uit de kwantificering van het beoogde resultaat. In deze kwantificering zal een afweging tussen de baten en kosten gemaakt worden. Helaas is een kwantificering van de verbeteringsvoorstellen erg moeilijk (zie paragraaf 4.1.3.).

4.1.2. Gesprekken en sessies

Zowel bij het in kaart brengen van de huidige situatie, de analyse ervan als bij het opstellen, uitwerken en kwantificeren van de verbeteringsvoorstellen is veelvuldig samengewerkt met medewerkers uit de gehele organisatie van DAF Trucks N.V..

Het voorbereidingsproces van de langsliggers is veelal gebaseerd op de ervaringskennis van de medewerkers. Individuele gesprekken (interviews), groepsgesprekken, brainstormsessies en vragen via e-mail zijn noodzakelijk gebleken voor het in kaart brengen van de huidige situatie en het opstellen van verbeteringsvoorstellen. Een aantal medewerkers waarmee ik samengewerkt heb, zijn:

- Medewerkers van de afdeling Product Engineering (PE-TF)
- Medewerkers van de afdeling Product Engineering (PE-PKF)
- Medewerkers van de afdeling Product Ontwikkeling (PO)
- Medewerkers van de afdeling Kwaliteitsdienst (KD)
- Medewerkers van de afdeling Informatie Management (IM)
- Medewerkers van de afdeling Kostprijs Calculatie
- Financial Controllers
- Field Action Coordinators
- Quality Engineers
- enz.

Interviews en individuele gesprekken zijn voornamelijk gebruikt voor het verzamelen van informatie. Er zijn gesprekken gevoerd met zowel het management als medewerkers van verschillende afdelingen. Wel moet rekening gehouden worden met de subjectiviteit van de informatie. Twee verschillende medewerkers van dezelfde afdeling kunnen een andere inschatting maken van bijvoorbeeld een tijdsbesparing. Bij het vergaren van dit soort subjectieve informatie zijn meerdere medewerkers dezelfde vraag gesteld en door middel van terugkoppeling is uiteindelijk een gemiddelde tijdsbesparing ontstaan die voor alle medewerkers bevredigend was.

Soms zijn vragen of ideeën voorgelegd in groepsgesprekken. Door middel van groepsgesprekken kunnen medewerkers (van verschillende afdelingen) elkaar aanvullen. Als er onduidelijkheden zijn of een betere argumentatie gewenst is, kan dit direct in de groep kenbaar gemaakt worden.

Het doel van brainstormen is: in een korte tijd zoveel mogelijk ideeën te formuleren. Meestal wordt dit in een groep toegepast met tot doel alle mogelijkheden te formuleren en er geen te vergeten [lit.: GOO98]. Ondanks de subjectieve informatie is toch gekozen voor veel individuele of groepsgesprekken omwille van de jarenlange ervaring van vooral de medewerkers van CHL1 en de langsliggerconstructeurs van PO. Ze hebben een enorme kennis van het ontwikkel- en voorbereidingsproces en de systemen die bij DAF Trucks N.V. gebruikt worden.

E-mail, eventueel aangevuld met een telefoongesprek, is uitermate geschikt voor het stellen van vragen aan medewerkers buiten de afdeling PE-TF. Opgevraagde gegevens kunnen direct terug gestuurd worden door bijvoorbeeld bestanden (tekeningen of downloads) aan een bericht te koppelen. Indien communicatie over en weer met medewerkers vereist is, is overgegaan tot het maken van een afspraak waarna een individueel of groepsgesprek gevoerd is.

4.1.3. Verbeteringsvoorstellen; kwaliteit/tijd/kosten

Kwaliteit, tijd of kosten (c.q. baten) zijn de trefwoorden voor het kwantificeren van de verbeteringsvoorstellen. Bij het opstellen van verbeteringsvoorstellen moet rekening gehouden worden met twee verschillende oplossingsrichtingen: een efficiënter proces en een kwalitatief betere output. Voor de onderbouwing van de verbeteringsvoorstellen moet een kwantificering of inschatting van het beoogde resultaat gemaakt worden.

Onder een efficiënter proces wordt verstaan: een afname van de voorbereidingstijd of een afname van de tijd die nodig is voor nazorg. Onder een kwalitatief betere output van PE-TF wordt verstaan: een afname van voorbereidingsfouten in de instructie of een afname van schetsfouten.

Als de kwaliteit van de output van PE-TF stijgt, en dus het aantal fouten afneemt, zal tegelijkertijd de benodigde tijd voor nazorgactiviteiten afnemen. Bij fouten wordt het proces niet volgens het 'first-time-right' principe doorlopen en het herstellen hiervan valt dus onder de nazorgactiviteiten.

Het kwantificeren van de verbeteringsvoorstellen is voor de afdeling PE-TF bij DAF Trucks N.V. erg moeilijk. De benodigde data zijn simpelweg vaak niet beschikbaar of bekend. Een van de voorbeelden hiervan zijn de PQI-punten.

PQI-punten

De kwaliteitsprestatie bij DAF Trucks N.V. wordt vastgelegd in het PQI getal. PQI betekent 'Product Quality Inspection' en is een maat voor het uitdrukken van de kwaliteit van een voertuig. Deze methode is opgelegd door het moederbedrijf Paccar Inc. om standaardisatie in de verschillende fabrieken te realiseren.

Het is de gemiddelde score per voertuig gebaseerd op de level 2, 3, 4 en 5 fouten die tijdens een audit toegekend worden. Zo zal een bout van een remgootje wat los zit tot minder punten leiden dan het los zitten van een bout van de wielophanging. Het ontbreken van bouten in een dwarsligger (zie de case-studie in hoofdstuk 7) is een level 3 fout.

Omdat het getal een afwijking ten opzichte van een perfect voertuig uitdrukt, geldt: hoe lager de PQI-score, hoe beter. In 2002 was het resultaat gemiddeld PQI 8,5. De doelstelling voor de Truckfabriek voor 2003 is om dit te verlagen naar PQI 4,9 [lit.: POL03].

Een verbetering van de kwaliteit leidt tot een afname van het PQI-getal en gaat natuurlijk gepaard met bijbehorende kosten om deze kwaliteitsstijging te realiseren. Maar het kwantificeren van de kwaliteitsstijging is heel moeilijk, het PQI-getal laat zich namelijk niet in geld uitdrukken en daarmee is het moeilijk de besparingen voor DAF Trucks N.V. te kwantificeren. In het verleden zijn er al onderzoeken geweest naar het uitdrukken van het PQI-getal in geld. Tot op heden hebben deze onderzoeken niks opgeleverd. Het PQI-getal uitdrukken in geld, blijkt dus onmogelijk te zijn.

Aannames en schattingen

Om toch de impact van de verbeteringsvoorstellen zichtbaar te krijgen, moesten er verschillende aannames en schattingen gemaakt worden. Deze gemaakte aannames en schattingen zijn steeds vermeld bij de kwantificering van de verbeteringsvoorstellen.

4.2. Proces PE-TF

Alvorens een analyse van het voorbereidingsproces te kunnen maken is, is het huidige voorbereidingsproces in kaart gebracht. De beste onderzoeksmethode om een goed beeld te krijgen van het voorbereidingsproces, is het zelf voorbereiden van een chassisraam, in mijn geval heb ik het chassisraam van een FAD95 (set 53) voorbereid. Doordat er weinig bekend is over het proces en de werkzaamheden voornamelijk gebaseerd zijn op persoonlijke ervaringen van medewerkers, was dit de enige methode om vertrouwd te raken met het voorbereidingsproces. Deze arbeidsintensieve methode heeft zeker geleid tot een betere begripsvorming van het proces en wat de medewerkers vertellen.

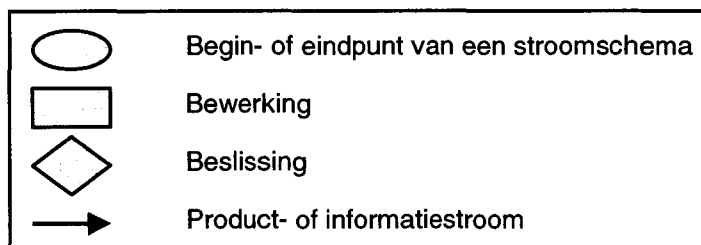
Aan de hand van mijn persoonlijke ervaringen met het voorbereidingsproces en de nadere uitleg die ik van de medewerkers van PE-TF heb gekregen, is het voorbereidingsproces in kaart gebracht. Om ervoor te zorgen dat het voorbereidingsproces correct in kaart gebracht is, zijn de stroomschema's door de medewerkers van PE-TF gecontroleerd en gecorrigeerd.

4.2.1. Stroomschema's

Het in kaart brengen van het voorbereidingsproces zal dus geschieden aan de hand van stroomschema's. Er is voor stroomschema's gekozen omdat een stroomschema bij uitstek geschikt is voor het weergeven van de volgorde van stappen in een proces. Zeker wanneer daarin verschillende mogelijkheden voorkomen (het maken van keuzes). Hoewel er voor het tekenen van stroomschema's veel regels bestaan in de verschillende vakgebieden, is in de kwaliteitszorg vaak de eenvoudigste notatie de beste [lit.: GOO98].

Niet alleen de theorie speelt een rol bij het bepalen van de juiste schematechniek, maar ook de praktijk. De stroomschema's zullen namelijk ook gebruikt worden als naslagwerk en dan voornamelijk voor nieuwe medewerkers. Als een ingewikkelde schematechniek gebruikt zou worden, is het niet langer een eenvoudig en praktisch naslagwerk waarin in één oogopslag de processen te overzien zijn.

Daarom worden de volgende figuren gebruikt:



Figuur 8: Symbolen voor stroomschema's

Het streven is natuurlijk om het proces in een keer goed te doorlopen, maar helaas is dit niet altijd het geval. Om het verschil tussen het 'first-time-right' proces en het correctieve proces aan te geven wordt in de stroomschema's gewerkt met twee kleuren. Het 'first-time-right' proces is aangegeven met geelgekleurde bewerkingen en zwarte pijlen. De processtappen uit het correctieve proces zijn aangegeven met blauwgekleurde bewerkingen en donker blauwe pijlen. Het aantal correctieve processen is tot het minimum beperkt omdat het uitgangspunt is: goede gegevens.

Bij onduidelijkheden of fouten in de input van PO dient contact opgenomen te worden met deze afdeling. Door de grote variatie in mogelijke problemen en oplossingen is dit proces onmogelijk te beschrijven in de procesbeschrijving of in de stroomschema's.

Omdat het voorbereidingsproces een ingewikkeld proces is, is het gesplitst in meerdere subprocessen. Wanneer een processtap verder uitgewerkt wordt in een onderliggende level, wordt dit bij de betreffende processtap vermeld.

4.2.2. Six Sigma

Bij DAF Trucks N.V. wordt veel gebruik gemaakt van Six Sigma. Six Sigma is een alomvattend en flexibel systeem voor het behalen, vasthouden en maximaliseren van zakelijk succes. Het wordt gezien als een gevecht tegen de fouten die in ieder bedrijfsproces gemaakt worden. Six Sigma is eigenlijk een rigoureuze analytische aanpak om fouten of het ontstaan van fouten te reduceren of elimineren. Een proces dat presteert op 6-sigma niveau levert naar verwachting slechts 3,4 defecten per miljoen mogelijkheden op. De verschillende sigmaniveaus, behorende bij de Six Sigma methodiek zijn in nevenstaande tabel opgesomd.

σ	first-time-right
2	69,1 %
3	93,3 %
4	99,38 %
5	99,977 %
6	99,9997 %

Figuur 9: Overzicht sigmaniveaus

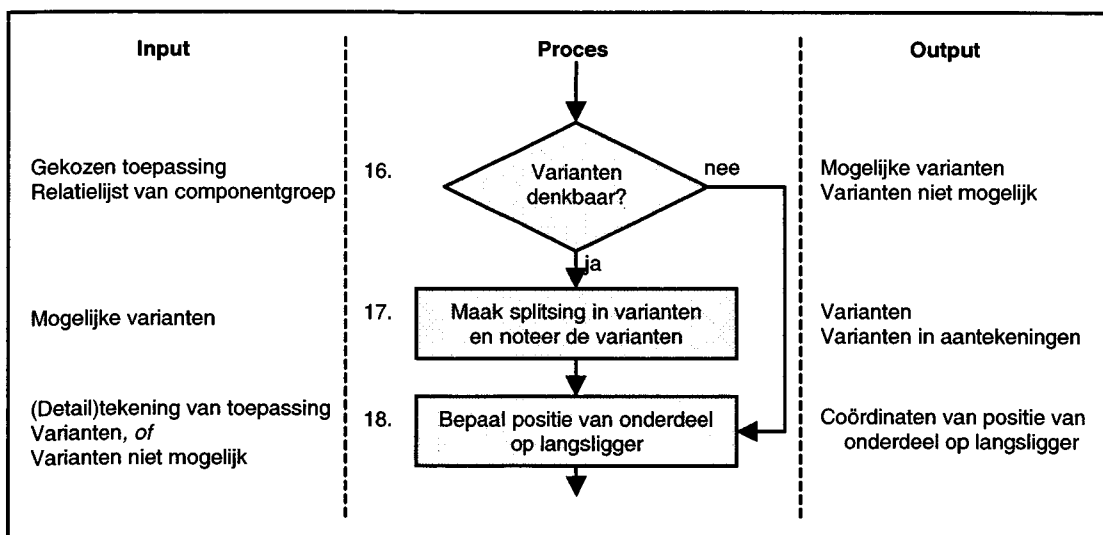
Voorafgaand aan dit onderzoek is een literatuurstudie uitgevoerd. Het doel van deze literatuurstudie was het zoeken naar bestaande literatuur over de combinatie van Six Sigma en *lean* en kijk of in deze literatuur de interface tussen ontwerp en productie behandeld wordt. Een introductie op beide verbeteringsmethodieken is opgenomen in bijlage 10 en is afkomstig uit deze literatuurstudie [lit.: BRU03]. De conclusie van deze literatuurstudie was: De combinatie tussen Six Sigma en *lean* in de literatuur is in opkomst. De laatste jaren is steeds meer literatuur over deze combinatie beschikbaar gekomen, maar er is geen bruikbare literatuur te vinden die ook expliciet de interface tussen ontwerp en productie beschrijft.

Met behulp van stroomschema's wordt het voorbereidingsproces van de chassisramen uitgebreid beschreven. Binnen Six Sigma worden ook stroomschema's gebruikt. Dit wordt *process mapping* genoemd. De bedoeling van een process map is het traceren van de activiteiten die zorgen voor vervuiling van het proces. Deze activiteiten moeten zoveel mogelijk gereduceerd of geëlimineerd worden. Hierbij zal rekening gehouden worden met de principes van *lean* [lit.: BRU03].

Bij *process mapping* worden niet alleen de processen in kaart gebracht, maar ook de in- en outputs worden vermeld. Onder input wordt verstaan: het materiaal, apparatuur, informatie mensen, geld of omgevingsfactoren die nodig zijn om het proces uit te voeren. Onder output wordt verstaan: de door het proces gecreëerde product of dienst die aan de klant wordt geleverd. En onder het proces wordt verstaan: de volgorde van stappen, taken of activiteiten die inputs in outputs omzetten.

Bij het opstellen van een process map moeten de afzonderlijke processtappen zoveel mogelijk onder elkaar gezet worden om zoveel mogelijk een verticaal lijnproces te creëren. De *process mapping* techniek staat toe, gebruik te maken van keuzemogelijkheden.

Voor het maken van de process map zijn dezelfde symbolen gebruikt, die ook gebruikt zijn bij het maken van de stroomschema's, dit om de leesbaarheid van deze process map zo groot mogelijk te houden. Omdat deze process map uit 70 stappen bestaat, zijn vertrouwde (en zo min mogelijk verschillende) symbolen makkelijker te begrijpen. De gebruikte symbolen zijn in figuur 8 weergegeven.



Figuur 10: Voorbeeld process mapping

Ter illustratie is in figuur 10 een voorbeeld van een deel van de process map opgenomen. De output van keuzemogelijkheid 16 levert de input voor de activiteiten 17 of 18. Ook activiteit 17 levert een input voor activiteit 18.

4.3. Input van Product Ontwikkeling

In de process map die gemaakt is om het huidige voorbereidingsproces te kunnen analyseren, wordt naast de uit te voeren activiteiten ook de benodigde input en de verkregen output weergegeven. Wanneer er gekeken wordt naar de mogelijke inputvariabelen voor de processen, blijkt dat een groot deel van de input afkomstig is van PO. De input die van PO ontvangen wordt, bestaat uit tekeningen, normen en de kruisjeslijst (die bestaat uit de basisstuklijst en de relatielijst). Volgens de medewerkers van PE-TF zitten er veel fouten in de input die van PO verkregen wordt. Het oplossen van deze fouten kan veel tijd kosten. Fouten in de input zullen, als ze niet ontdekt worden tijdens het voorbereidingsproces, leiden tot fouten in de output van PE-TF.

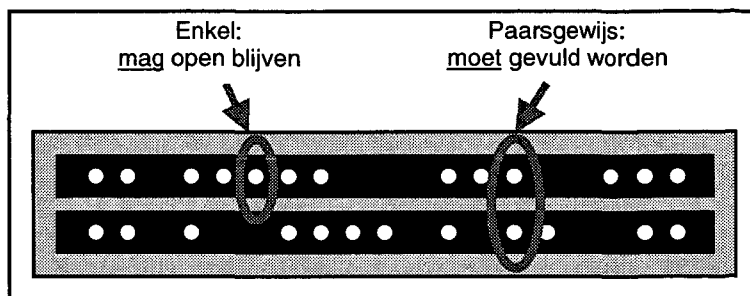
Samen met de medewerkers van CHL1 is gekeken naar de verschillende soorten input die van PO ontvangen wordt. De grootste problemen zijn daarna geanalyseerd. Met behulp van de medewerkers van PE-TF, PO en IM (Informatie Management) is gezocht naar oplossingen voor deze problemen. De oplossingsrichtingen zijn niet gebaseerd op theorieën, maar op voornamelijk op basis van ervaring en wensen van de medewerkers van PE-TF en de technische mogelijkheden. De problemen en oplossingen zijn zo specifiek dat hierop geen bepaalde theorie van toepassing is. Enkele oplossingsrichtingen zijn daarom nog eens extra geïllustreerd met willekeurige voorbeelden om de ideeën te ondersteunen.

4.4. Output voor de Truckfabriek

De output van PE-TF, die als input voor de Truckfabriek fungeert, bestaat uit instructies (Productie Instructie Bestand (PIB) en orderkaarten) en schetsen. Deze output is niet direct te controleren en er is ook geen data beschikbaar die de kwaliteit van de output van PE-TF weergeeft. Om een uitspraak te kunnen doen over de kwaliteit van de output van PE-TF en om het belang aan te geven van goede instructies en schetsen is een case-studie in de vorm van een steekproef uitgevoerd.

4.4.1. Case-studie

Uit diverse opmerkingen van onder andere Audit is naar voren gekomen dat er regelmatig bouten in de K-balk (of 1^o dwarsligger) ontbraken. De K-balk (of de 1^o dwarsligger) is de dwarsligger die de meeste voorbereidingstijd in beslag neemt, omdat de mogelijke variatie bij hierbij erg groot is. Vanaf de start van de productie van een voertuigtype bestaat al een grote variëteit aan K-balk schetsen. Door de daarop volgende wijzigingen wordt deze variëteit nog eens vergroot. Daarnaast moeten er veel bouten op de juiste plekken gemonteerd worden. De K-balk (of de 1^o dwarsligger) is daarom ook de meest complexe en daarmee foutgevoelige dwarsligger van het chassisraam. Data met betrekking tot het aantal fouten, enz. is niet beschikbaar. Daarom is een case-studie gemaakt om het percentage foutge vulde K-balken (of 1^o dwarsliggers) te benaderen. De inhoud van de controle is eenvoudig: zijn alle paarsgewijze gaten in de K-balk of 1^o dwarsligger gevuld? In onderstaande tekening, figuur 10, is een schets weergegeven van het zij aanzicht van een fictieve K-balk waarin aangegeven is wat er met paarsgewijze gaten bedoeld wordt.



Figuur 11: Zijaanzicht K-balk

Onder het houden van een steekproef wordt het inspecteren van een beperkt aantal producten verstaan om daarmee een uitspraak te doen over alle producten [lit.: GOO98] en is een relatief makkelijke manier om een reëel beeld van de werkelijkheid te krijgen. De omstandigheden voor het uitvoeren van deze steekproef zijn gunstig. Een aantal eigenschappen van deze steekproef zijn:

- De steekproef is uitgevoerd door een objectieve persoon, zonder kennis van het voertuig of proces.
- De steekproef is niet van te voren aangekondigd en stil gehouden gedurende de looptijd.
- De tijdsdruk van de steekproef speelde geen rol en kon daarom zorgvuldig uitgevoerd worden.
- De steekproef is a-selectief. Hij is dagelijks rond dezelfde tijd uitgevoerd, zonder rekening te houden met het inzetplan van de voertuigen.
- Er zijn meerdere ploegen gecontroleerd.
- Het eventuele herstelwerk had plaats moeten vinden. Smoesjes van 'dat had ik nog moeten doen', konden niet gebruikt worden.
- Geen verwacht resultaat bekend, zodat de metingen niet (onbewust) beïnvloed zijn.
- Lange looptijd van de steekproef. De steekproef is pas beëindigd nadat het systeem stabiel is verondersteld [lit.: LAT96].

Vervolgens wordt een Pareto-diagram gebruikt om de steekproef te analyseren. Een Pareto-diagram is een grafische presentatie van problemen gesorteerd naar belangrijkheid [lit.: GOO98]. Het opstellen van de mogelijke problemen is gedaan door een medewerker van CHL1.

4.4.2. Theorie met betrekking tot controles

Het foutpercentage van voertuigen waar één of meerdere bouten in de K-balk (en/of 1^o dwarsligger) ontbraken was 6,8%. Het management en de medewerkers van PE-TF waren nogal geschrokken van dit hoge percentage en een controle werd ingezet om dit percentage terug te dringen.

Een controle is natuurlijk geen blijvende oplossing voor het probleem van de ontbrekende bouten in de K-balk (of 1^o dwarsligger). Als de kwaliteit van het proces niet zeker gesteld kan worden, is de controle noodzakelijk. Twee visies met betrekking tot controles worden in de paragraaf 7.6. beschreven. Allereerst wordt de visie op controles volgens de managementmethode van Dr. Deming beschreven en daarna de visie volgens de Six Sigma filosofie.

Het boek "Vier dagen met Dr. Deming – Moderne managementmethoden, een strategie" van Latzko en Saunders [lit.: LAT96] is mij aangeraden door een expert op het gebied van kwaliteitsverbetering. Dr. W. Edwards Deming is een gerenommeerde meester op het gebied van kwaliteitsverbeteringen wiens technieken aan de basis stonden van de Japanse economische bloei na de Tweede Wereldoorlog.

Omdat bij DAF Trucks N.V. veel gebruik gemaakt wordt van Six Sigma, is ook naar de visie met betrekking tot controles volgens de Six Sigma methodologie gezocht. In de trainingsmap die gebruikt wordt voor het opleiden van Green Belts [lit.: IB100] is dit gevonden.

4.5. Communicatiestromen

Na een analyse van het proces van PE-TF, de input van PE-TF en de output van PE-TF, wordt ten slotte de interactie binnen de afdeling PE-TF en de interactie met andere afdelingen behandeld. Bij het analyseren van de output van PE-TF, bleek dat veel problemen ontstaan door een slechte communicatie tussen CHL1 en CHL2. Tijdens gesprekken met zowel medewerkers van PO als PE-TF is vooral de slechte communicatie de oorzaak van een aantal problemen.

Over het verbeteren van communicatiestromen of het herinrichten van afdelingen en organisaties als gevolg van bovengenoemde problemen, is volgens een expert op het gebied van organisatie-wetenschappen, weinig bruikbare literatuur te vinden. Om dergelijke problemen op te lossen, kan het beste gebruik gemaakt worden van 'gezond verstand'.

Er is daarom voor het analyseren en het opstellen van verbeteringsvoorstellen ten opzichte van de communicatiestromen geen gebruik gemaakt van literatuur. Samen met medewerkers van CHL1 en CHL2 zijn alternatieven opgesteld en beoordeeld die tijdens een brainstormsessie (en een vervolg

sessie ter verduidelijking) bedacht zijn. In een later stadium is ook de afdeling PO betrokken bij de uitwerking van sommige ideeën.

Alleen omtrent de samenwerking (tussen PO en PE-TF) is gebruik gemaakt van literatuur. Wederom is het boek van Latzko en Saunders [*lit.: LAT96*], dat aangeraden is door een expert op het gebied van kwaliteitsverbetering, gebruikt. Hiervoor is gekozen omdat in dit boek de problemen die samenhangen met gangbare managementsystemen gericht op korte termijnstrategieën goed beschreven worden. De problemen bij DAF Trucks N.V., zoals de jaarlijks te behalen doelstellingen, die suboptimalisatie in plaats van samenwerking bevorderen, vertonen veel overeenkomsten met de beschreven problemen door Latzko en Saunders. In deze literatuur wordt behandeld hoe de contraproductieve strategieën vervangen kunnen worden door werkelijke samenwerking, procesverbetering en productiviteit op de lange termijn.

4.6. Conclusies

De randvoorwaarden die door DAF Trucks N.V. opgelegd zijn, zijn erg bepalend geweest voor de uitvoering van het onderzoek. De basis van de ondersteunende systemen en applicaties mag niet veranderd worden. Door de vele koppelingen met andere applicaties kan een kleine aanpassing aan het 20 jaar oude mainframe een grote impact in de complete organisatie van DAF Trucks N.V. hebben.

Uit de literatuurstudie is gebleken dat er geen literatuur te vinden is over de interface tussen ontwerp en productie in combinatie met de Six Sigma methodieken en de principes van *lean*. De beste onderzoeksmethode om een goed beeld te krijgen van het voorbereidingsproces, is het zelf voorbereiden van een chassisraam. Deze methode was erg arbeidsintensief, maar een procesbeschrijving op basis van eigen ervaringen en interviews bleek de enige mogelijkheid om het huidige voorbereidingsproces in kaart te brengen. Vooral omdat het voorbereidingsproces erg ambachtelijk, complex is en gebaseerd op ervaringskennis van de medewerkers. Het proces is beschreven met behulp van stroomschema's die resulteerden in een process map.

Uit de analyse van de process map is onder andere gebleken dat de problemen met betrekking tot de voorbereiding tot de langsliggers zich niet beperken tot alleen de afdeling PE-TF. Een deel van de input die afkomstig is van PO en de output voor de Truckfabriek worden daarom meegenomen in het onderzoek, evenals de communicatie tussen deze afdelingen. Wel zal de focus van het onderzoek liggen op de afdeling PE-TF en de verbeteringsvoorstellen zullen dus betrekking hebben op deze afdeling.

De verbeteringsvoorstellen zijn gericht op een efficiënter proces en een kwalitatief betere output. Het is moeilijk de verbeteringsvoorstellen te kwantificeren omdat de benodigde data vaak niet beschikbaar of bekend is. De kwantificering is daarom vaak gebaseerd op aannames en schattingen.

Het onderzoek wordt gekenmerkt door een groot aantal details, die nodig zijn om een compleet beeld van het achterliggende proces te ontwikkelen. Een probleem hierbij is het duidelijk zichtbaar maken welke verbeteringen verwacht kunnen worden bij het opvolgen van de aanbevelingen. Daarom is een case-studie in de vorm van een steekproef naar één bepaalde fout uitgevoerd.

5. Analyse: Proces PE-TF

Alvorens een analyse van het voorbereidingsproces te kunnen maken is, is het huidige voorbereidingsproces in kaart gebracht. De beste onderzoeksmethode om een goed beeld te krijgen van het voorbereidingsproces, is het zelf voorbereiden van een chassisraam, in mijn geval heb ik het chassisraam van een FAD95 (set 53) voorbereid. Doordat er weinig bekend is, ook in de literatuur, over het proces en doordat de werkzaamheden voornamelijk gebaseerd zijn op persoonlijke ervaringen van medewerkers, was dit de enige methode om vertrouwd te raken met het voorbereidingsproces. Deze arbeidsintensieve methode heeft zeker geleid tot een betere begripsvorming van het proces en wat de medewerkers vertellen.

In het paragraaf 3.4. zijn de deelprocessen van het ontwikkelen en voorbereiden van een product al kort beschreven. Daar is onderscheid gemaakt tussen projecten, nazorg en inquiries/NSO's. De inquiries en NSO's vallen buiten de scope van het onderzoek. In dit hoofdstuk worden daarom alleen de processen met betrekking tot nieuwe producten (projecten) en wijzigingen (nazorg) beschreven.

Het zichtbaar maken van het voorbereidingsproces door middel van het opstellen van een process map, zal direct al direct leiden tot kansen voor verbeteringen.

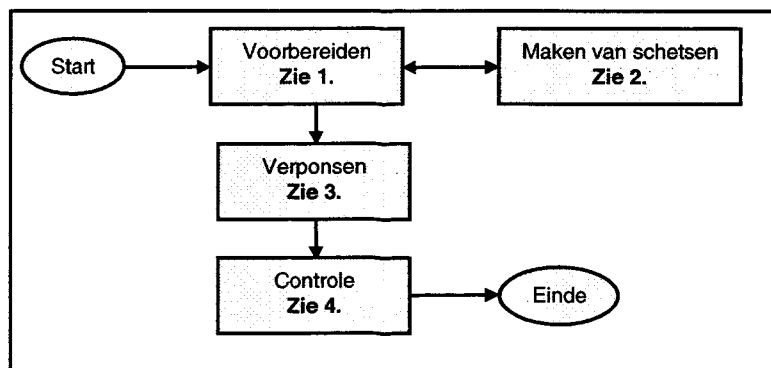
5.1. Procesbeschrijving projecten

Onder voorbereiden wordt het maken van aantekeningen verstaan. Deze aantekeningen bevatten verzamelde en gestructureerde informatie die gesplitst is (per variant) per handeling. In deze aantekeningen staan onder andere de benodigde materialen en onderdelen, handelingsvarianten en schetsen van de verschillende gatenpatronen.

De schetsen van de verschillende gatenpatronen kunnen in het schetsenboek opgezocht worden. Als de benodigde schets niet bestaat, moet deze getekend worden in Autocad. Dan is het mogelijk de schets te printen in het Voertuig Geleide Boek (VGB) ter ondersteuning van de assemblage-werkzaamheden.

Deze aantekeningen zijn dan nog niet ingevoerd in het mainframe, genaamd Eicon Access. Het invoeren in het mainframe wordt verponsen genoemd. Na het verponsen wordt uiteindelijk nog gecontroleerd of de verponste informatie correct is alvorens de moederrol afgedrukt wordt. Het VGB en het Productie Instructie Bestand (PIB) worden van deze moederrol afgeleid en gebruikt door de medewerkers van de Truckfabriek om de voertuigen te assembleren.

Het totale voorbereidingsproces van de chassisramen ziet er als volgt uit:



Figuur 12: Het totale voorbereidingsproces van de chassisramen

Het totale voorbereidingsproces uit figuur 12 is zeer gedetailleerd in kaart gebracht door middel van stroomschema's die opgenomen zijn in bijlage 11. Een toelichting op deze stroomschema's is terug te vinden in bijlage 12.

Een samenvatting van de belangrijkste activiteiten uit het voorbereidingsproces wordt nu beschreven aan de hand van de vier deelprocessen uit figuur 12.

5.1.1. Voorbereiden

Het begin van het voorbereidingsproces is het maken van overzichtstekeningen van de voor te bereiden chassisramen. Het voorbereidingsproces kan opgedeeld worden in een aantal activiteiten die samen leiden tot de aantekeningen die nodig zijn voor het verpensen van deze informatie of het tekenen van een schets in Autocad. De inhoud van de aantekeningen moeten de volgende punten bevatten:

- De benodigde schets(en) van het gatenpatroon.
- Het benodigde materiaal zoals bouten, moeren, klinknagels, opvulstrips enz.
- De benodigde handelingvariant(en) van een onderdeel.
- De *selko's* die zorgen voor het opsplitsen van een handeling in varianten.

De benodigde schets(en) van het gatenpatroon

Het maken van de juiste schets van het gatenpatroon in de aantekeningen is een complex en een foutgevoelig proces. Er wordt begonnen met een blanco schets, die uit de langsliggertekening afgeleid wordt. Per gat dient bepaald te worden of het gereserveerd is voor andere toepassingen die later in de Truckfabriek gemonteerd worden of open gelaten dient te worden tijdens de montage van het betreffende onderdeel.

Het aantal schetsen van het gatenpatroon kan hard oplopen als gevolg van de variatie. De informatie op de langsliggertekening is niet bindend, maar toepassingen van gereserveerde gaten dienen geverifieerd te worden aan de hand van de tekeningen van het betreffende component. De combinatie van handmatig uitzoekwerk en de grote variatie leidt tot fouten omdat de medewerkers het overzicht verliezen.

Het benodigde materiaal zoals bouten, moeren, klinknagels, opvulstrips etc.

De te monteren onderdelen (behalve bouten, moeren en klinknagels) staan vermeld in de stuklijst en dienen meegenomen te worden bij het verpensen van de handelingen. Indien hier een fout gemaakt wordt, komt het juiste materiaal niet in het PIB te staan. Op basis van de PIB-EPL verschillenlijst die na het verpensen uitgedraaid kan worden, kunnen de fouten hersteld worden voordat het PIB gebruikt wordt in de Truckfabriek.

Het bepalen van de lengte van een bout of klinknagel is een duidelijk proces waar achtereenvolgens een aantal stappen doorlopen moeten worden om de lengte van een bout of klinknagel te bepalen. In de praktijk wordt deze werkwijze niet gehanteerd. De lengte wordt bepaald op basis van de ervaring van de medewerkers van CHL1 of gekopieerd uit bestaande sets.

Fouten in bevestigingsmaterialen wordt geaccepteerd omdat de medewerkers in de Truckfabriek zelf op basis van ervaring de juiste lengte kiezen en daarvoor meestal het VGB niet raadplegen.

De benodigde handelingvariant(en) van een onderdeel.

Het bepalen van de juiste handelingvariant van een onderdeel is een systeemtechnisch noodzakelijke activiteit. Het mainframe kan het verbruik van voormontages niet verwerken bij het afboeken van de voorraad, dit kan alleen op monodeelniveau. Om dit te omzeilen wordt voor voormontages gebruik gemaakt van handelingvarianten.

Deze activiteit wordt niet als hinderlijk beschouwd en brengt weinig extra werk met zich mee. De kosten van een optimalisatie zullen groter zijn dan de baten omdat er een ingrijpende systeemtechnische aanpassing moet komen om de methode van handelingvarianten te elimineren.

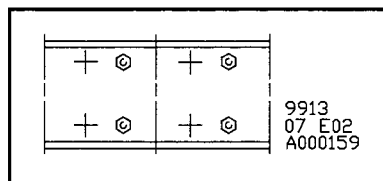
De selko's die zorgen voor het opsplitsen van een handeling in varianten

Door bij het opsplitsen van een handeling in varianten, gebruik te maken van de *selko's* op de achterzijde van de relatielijst, kan later bij het verpensen tijd bespaard worden. De *selko's* hoeven niet nogmaals opgezocht te worden. Het opsplitsen van varianten bij het verpensen, gebeurt op basis van het definiëren van kopjes waarin de beperkingen aangegeven worden met *selko's*.

5.1.2. Maken van schetsen

Als de schets van het gatenpatroon bekend is, is het maken van de schets vrij eenvoudig. Een voorbeeld van een schets is weergegeven in figuur 13. Deze schets toont het zijaanzicht van een dwarsligger en geeft weer welke gaten gevuld en opengelaten moeten worden. De gaten die opengelaten moeten worden, worden aangeduid door een kruisje en de gaten die gevuld moeten worden, worden aangeduid door een zeskantje.

Het opstellen van het gatenpatroon waar de schets van gemaakt wordt, is echter wel een ingewikkeld proces, maar deze activiteit valt onder het deelproces 'voorbereiden'. En dit deelproces is al in de vorige paragraaf beschreven. Als het gatenpatroon bekend is, is het maken van een schets vrij eenvoudig. Schetsfouten vloeien ook niet voort uit het verkeerd tekenen van een gatenpatroon, maar uit het opstellen van het gatenpatroon. Deze fouten worden uitgebreider beschreven in hoofdstuk 7.



Figuur 13: Een voorbeeld van een schets

5.1.3. Verpensen

Het verpensen wordt gezien als een noodzakelijke administratieve taak. Verpensen is het invoeren van de voorbereide handelingen en schetsnummers uit de aantekeningen in het mainframe (Eicon Access). Fouten die gemaakt worden tijdens het verpensen, zijn meestal typfouten. Typfouten leiden zelden tot fouten in de fabriek omdat ze tijdig onderschept worden. Er zijn namelijk drie 'vangnetten' waar de fouten onderschept worden:

- Check 1:** Het controleren van de gegevens tijdens het invoeren. Zijn de gegevens die in het mainframe ingevoerd worden, gelijk aan de gegevens in de aantekeningen?
- Check 2:** De tweede check is de controle van de moederrol met behulp van de aantekeningen of een oude moederrol.
- Check 3:** De PIB-EPL verschillenlijst. Dit zijn ongelijkheden in de stuknummers uit de stuklijst en de ingevoerde informatie in het mainframe. In het geval van typfouten is er een ander codenummer ingevoerd in het PIB dan vermeld is in de stuklijst. Dit staat vermeld in de PIB-EPL verschillenlijst.

In de randvoorwaarden van dit onderzoek is opgenomen dat de basis van de huidige systemen en applicaties behouden moet blijven en geen ingrijpende veranderingen mag ondergaan. Dit deelproces wordt daarom niet geoptimaliseerd.

5.1.4. Controle

Deze controle is de 2^e check die bij het deelproces 'verpensen' al kort genoemd is. Dit deelproces komt niet in aanmerking voor optimalisatie. Het aanvragen van de moederrol is een simpele administratieve handeling. Na het ontvangen van de papierenversie van de moederrol wordt deze gecontroleerd aan de hand van gemaakte aantekeningen of een oude moederrol waarin de wijzigingen met een rode pen zijn aangegeven. Bij het controleren komen geen echte voorbereidingsfouten boven water. De fouten die door de controle ondervangen worden, zijn invoerfouten uit het deelproces 'verpensen'. Daarnaast kost het deelproces 'controle' relatief weinig tijd en optimalisatie van dit deelproces is zinloos.

5.2. Procesbeschrijving nazorg

Als een project is afgesloten wil dat nog niet zeggen dat het voertuig geen veranderingen meer hoeft te ondergaan. Na afsluiting van een productproject kunnen er om uiteenlopende redenen nog voertuig- of componentwijzigingen noodzakelijk zijn. Wijzigingen kunnen op meerdere manieren ontstaan en op meerdere manieren afgewerkt worden. De verschillende soorten wijzigingen die voor kunnen komen, worden in bijlage 15 uitgebreid beschreven en zijn:

- *Tot 6 weken na Job-1:* PAO – VPW
- *Na 6 weken na Job-1:* MAO – VOW, Consequentieloze wijziging
- *Preserie/ QV:* Protobouwmelding (voorheen MKA-project)
- *Audits:* MKA
- *Productklachten:* KAF

Voordat een wijziging in een constructie aangebracht kan worden, dient onderzocht te worden of de wijziging uitwisselbaar is. De eisen voor uitwisselbaar, zijn:

- De oude en nieuwe uitvoeringen kunnen in al hun toepassingen door elkaar gebruikt worden.
- De kostprijs van de nieuwe uitvoering is nagenoeg gelijk aan die van de oude uitvoering.
- De oude en nieuwe uitvoering zijn functioneel gelijk (werking, functie, pasvorm, en visuele kenmerken).
- Samenstellende delen van producten, die als samenstelling beschouwd worden, moeten ook aan bovenstaande punten voldoen.

Als de wijziging zowel voor After Sales als voor de Truckfabriek uitwisselbaar is, wordt de wijziging afgewerkt door het toekennen van een streepwijziging. Hierbij geldt eveneens dat streepwijzigingen volledig dienen te worden vrijgegeven. Dat wil zeggen dat alle relevante tekeningen en bestanden dienen te worden aangepast.

Als de wijzigingen niet uitwisselbaar zijn dan dient altijd een nieuw identificatienummer te worden toegekend. Ten aanzien van constructiewijzigingen als gevolg van KAF's wordt gesteld, dat deze wijzigingen nooit onder streepwijzigingen vrijgegeven mogen worden.

Uitzonderingen op bovenstaande richtlijnen met betrekking tot de uitwisselbaarheid, zijn:

- Langsliggers voor chassis en de elektrische leidingbomen, indien deze op een eenvoudige wijze de oude producten aangepast kunnen worden naar de nieuwe uitvoering.
- Wijzigingen aan producten voor de Job-1 data in de Truckfabriek waarvan nog geen voorraad aanwezig is en waarvoor het wijzigingsteam akkoord gaat met vrijgifte onder streepwijziging.

5.2.1. Rol van PE-TF in het nazorgproject

Een van de rollen die PE-TF heeft in het nazorgtraject is het schrijven van MAO's en PAO's. Voordat de hiervoor bestemde formulieren (zie bijlagen 16a en 16b) ingevuld worden, wordt eerst in overleg met een medewerker van PO bepaald wat de urgentiecode is en of de wijziging noodzakelijk is. Mocht de geschreven MAO of PAO leiden tot een VOW of POW, kan de medewerker van PE-TF ook betrokken worden in de commentaarronde. Er moet uitgezocht worden of de aangedragen oplossing voor het probleem een goede en mogelijke oplossing is voor het probleem.

Indien de VOW/VPW door de autorisatie bevoegden goedgekeurd wordt, wordt dit gemeld aan de geraakte afdelingen en de werkzaamheden die nodig zijn om de VOW/VPW daadwerkelijk in te voeren, kunnen beginnen. Voor PE-TF kan dit betekenen dat de wijziging leiden tot het aanpassen van de werkinstructies en/of schetsen.

Er wordt geprobeerd wijzigingen periodiek te schakelen. Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen de periodieke update en de Model Year Change. (MYC). De MYC heeft betrekking op wijzigingen op langsliggers die bij voorkeur op deze data geschakeld worden.

Periodieke update

Elke vier weken vindt er een periodieke update plaats. Alle wijzigingen die op deze data geschakeld zijn, worden dan ingevoerd. Natuurlijk moeten dan de werkinstructies al aangepast zijn. Meestal vier weken voor de schakeldatum wordt een lijst aangevraagd van alle wijzigingen. Omdat de update, voor PE-TF, twee weken voor die schakeldatum klaar moet zijn, is er nog twee weken beschikbaar om de wijzigingen te verwerken.

Achter in de stuklijst, die aangevraagd is, zijn de componentgroepen aangegeven waar wijzigingen in aangebracht zijn. In de stuklijst van die componentgroep is met 'plussen' en 'minnen' aangegeven wat er in de stuklijst gewijzigd is. Deze wijzigingen zullen vervolgens ook doorgevoerd moeten worden in de werkinstructies.

Model Year Change

Zoals hierboven al vermeld, worden wijzigingen die betrekking hebben op langsliggers bij voorkeur geschakeld op de MYC. De MYC vindt twee maal per jaar plaats, te weten in week 21 en week 45. Noodzakelijke wijzigingen kunnen eventueel sneller doorgevoerd worden, maar normaliter worden de wijzigingen opgespaard en doorgevoerd op de MYC. Dit wordt bewaakt door de vrijgifteteams en medewerkers van PO.

Bij de MYC worden de langsliggercodenummers door middel van een streepwijziging met een streep opgevoerd. Voor de medewerkers van PE-TF zijn niet alle wijzigingen met betrekking tot de langsligger zichtbaar.

In de stuklijsten zijn de veranderingen of toevoegingen op monodeelniveau wel zichtbaar en daarmee de wijzigingen te achterhalen. Maar verplaatsingen van onderdelen zijn niet zichtbaar, omdat verplaatsingen niet leiden tot veranderingen (of toevoegingen) op monodeelniveau in de stuklijst (en daarom niet aangeduid worden met 'plussen' en 'minnen'). Met andere woorden als er nieuwe onderdelen ontwikkeld zijn of gewijzigde onderdelen die een nieuw codenummer gekregen hebben op de langsligger bevestigd moeten worden, komen deze wijzigingen door middel van 'plussen' en 'minnen' naar voren in de stuklijst. Bij het toevoegen van nieuwe onderdelen kan het gatenpatroon van de langsligger veranderen en daarmee de schetsen en instructies.

Wijzigingen die niet zichtbaar zijn, worden doorgaans niet aangepast in de schetsen en instructies. Dit betekent dat het mogelijk is dat er op sommige plaatsen in de Truckfabriek met verkeerde instructies gewerkt wordt en dat leidt tot fouten in het assemblageproces. Één van deze fouten wordt in hoofdstuk 7 uitgebreid beschreven.

5.2.2. Stroomschema's nazorgtraject

Het wijzigingsproces laat zich onmogelijk in stroomschema's beschrijven. Door de grote variatie van wijzigingen is er ook een grote variatie van de mogelijke processen en oplossingen. Er kan dus geen eenduidige procesbeschrijving gemaakt worden. Wel kunnen de stroomschema's van de procesbeschrijving van projecten deels gebruikt worden voor de procesbeschrijving van het wijzigingsproces. Afhankelijk van de aard van de wijziging, kan men bij verschillende processtappen in de stroomschema's inspringen. Deze stroomschema's zijn opgenomen in bijlage 11.

Bijvoorbeeld: Als nieuwe onderdelen vrijgegeven worden, kan het gatenpatroon van een K-balk veranderen. Dit kan leiden tot nieuwe varianten en/of nieuwe schetsen. Voor het maken van nieuwe schetsen, kan het deelproces 'schetsen op orderkaart' (stroomschema 2. in bijlage 11) gebruikt worden. Voor het voorbereiden van nieuwe varianten kan gebruik gemaakt worden van de deelprocessen uit de stroomschema's 1.3. tot en met 1.5. in bijlage 11. Daarnaast moeten ook de wijzigingen verponst worden in het mainframe. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van de deelprocessen uit de stroomschema's 3.3. tot en met 3.6. in bijlage 11.

5.3. Process map

De filosofie Six Sigma wil de fouten/problemen of het ontstaan van de fouten/problemen reduceren en gebruikt hiervoor een process map. Door middel van een process map kunnen activiteiten die zorgen voor een vervuiling van het proces getraceerd worden. Deze activiteiten moeten zoveel mogelijk gereduceerd of geëlimineerd worden. Hierbij zal rekening gehouden worden met de principes van *lean*. Niet elk deelproces komt in aanmerking voor een optimalisatie. Hieronder wordt beschreven hoe de process map tot stand is gekomen.

Het deelproces 'voorbereiden' is een ingewikkeld en tijdrovend proces met een grote kans op fouten. Fouten in het voorbereidingsproces worden pas ontdekt in de Truckfabriek tijdens het assemblageproces. Dit deelproces wordt dus in de process map verwerkt.

Het deelproces 'maken van schetsen' is geen ingewikkeld en tijdrovend proces, maar hangt nauw samen met het deelproces 'voorbereiden'. Een schetsnummer dat in de aantekeningen van het voorbereidingsproces opgenomen moet worden, wordt opgezocht of gecreëerd in het deelproces 'maken van schetsen'. Daarom wordt dit deelproces toch meegenomen in het opstellen van een process map.

Het deelproces 'verponsen' wordt niet opgenomen in de process map. Ten eerste: omdat het een noodzakelijke administratieve taak betreft waarbij de gemaakte fouten, typfouten zijn, Ten tweede: DAF Trucks N.V. heeft als randvoorwaarde gesteld dat er geen ingrijpende veranderingen aan de computersystemen voorgesteld mogen worden.

Het deelproces 'controle' wordt ook niet in de process map opgenomen. De benodigde tijd voor controle is zo gering dat optimalisatie geen besparing kan opleveren. Bovendien komen bij deze controle geen echte voorbereidingsfouten, maar typfouten, boven water.

De process map met activiteiten die in aanmerking komen voor optimalisatie, is weergegeven in bijlage 14. In de process map zijn de afzonderlijke processtappen (70 stuks) zoveel mogelijk onder elkaar gezet om zoveel mogelijk een verticaal lijnproces te creëren. Om het proces middels een process map goed in kaart te brengen zijn bij de processtappen ook de in- en outputs vermeld. De process map is op te splitsen in onderstaande delen.

1. *Stap 1 t/m 2:* Maken overzichtstekening chassisramen
2. *Stap 3 t/m 41:* Bepalen van het gatenpatroon inclusief de benodigde bouten, moeren en/of klinknagels
3. *Stap 42 t/m 47:* Maken van schetsen
4. *Stap 48 t/m 69:* Bepalen of maken van de handelingsvariant

De stappen 24 tot en met 40 kunnen gebruikt worden voor het bepalen van de juiste lengte van bouten en klinknagels. Eerder in dit hoofdstuk is beschreven dat in de praktijk deze werkwijze niet gehanteerd wordt. Het is daarom niet nodig deze stappen uitgebreid te analyseren of mee te nemen in een optimalisatie. De lengte van bouten klinknagels worden bepaald op basis van de ervaring van de medewerkers van CHL1 en door gebruik te maken van de 'copy-paste'-functie. De medewerkers uit de Truckfabriek monteren de bouten ook op basis van hun ervaring.

Er zijn vier verschillende methoden om de handelingsvariant te bepalen worden beschreven in de processtappen 48 tot en met 69. Deze stappen mogen buiten beschouwing gelaten worden, bij het analyseren van het voorbereidingsproces. Het bepalen van de juiste handelingvariant van een onderdeel is namelijk een systeemtechnisch noodzakelijke activiteit. Deze activiteit wordt niet als hinderlijk beschouwd en brengt weinig extra werk met zich mee en wordt niet geoptimaliseerd. Een optimalisatie zou ook te duur zijn vanwege een ingrijpende systeemtechnische aanpassing.

5.4. Conclusies

Door de ambachtelijke en individuele aard van de werkmethoden, was het noodzakelijk het hele proces in details te beschrijven alvorens conclusies getrokken konden worden. Doordat er weinig bekend is, ook in de literatuur, over het proces en doordat de werkzaamheden voornamelijk gebaseerd zijn op persoonlijke ervaringen van medewerkers, was het de enige methode om vertrouwd te raken met het voorbereidingsproces, het zelf voorbereiden van een chassisraam. Deze arbeidsintensieve methode heeft zeker geleid tot een betere begripsvorming van het proces en wat de medewerkers vertellen.

Om het huidige voorbereidingsproces goed te kunnen analyseren is de huidige manier van werken met behulp van stroomschema's in kaart gebracht. Door de hoge mate van detaillering blijken deze stroomschema's een nuttig naslagwerk te zijn voor onder andere nieuwe medewerkers van CHL1. De stroomschema's maken de processen zichtbaar. Het inzichtelijk maken was nieuw voor DAF Trucks N.V.. De aard van het werk was zodanig dat niemand gelijktijdig het hele proces kon overzien. Het inzichtelijk maken van de processen leidt direct tot kansen voor verbeteringen.

Door de jaren heen is de huidige manier van voorbereiden ontstaan. De meeste optimalisaties zijn in het verleden al door de medewerkers zelf aangedragen en doorgevoerd. Enkele optimalisaties kunnen door middel van automatisering of een andere manier van werken nog doorgevoerd worden. Zoals blijkt uit de stroomschema's is het voorbereiden van chassisramen een tijdrovend en complex proces. Dit wordt nog versterkt door het groot aantal voertuigvarianten en mogelijke varianten van handelingen. Doordat het voorbereidingsproces uit veel handmatig uitzoekwerk bestaat, is het erg manafhankelijk. Er is geen vaste werkmethoden of vaste werkvolgorde voorgeschreven. De medewerkers gebruiken daarom ook verschillende werkmethoden voor het voorbereiden van een chassisraam, meestal veroorzaakt door het verschil in van ervaring, opleiding, inzicht en karakter.

Er is dus weinig standaardisatie in het voorbereidingsproces aanwezig. Een parallel voorbereidingsproces of een verdeling van de werkzaamheden naar twee of meerdere medewerkers is niet mogelijk.

Parallel werken is een van de basis begrippen van doorlooptijdverkorting. Doordat een parallel voorbereidingsproces niet mogelijk is, staat dit doorlooptijdverkorting in de weg en vormt het dus een barrière voor verdere verbeteringen.

De langsliggers vormen een uitzondering op het eisenpakket voor de uitwisselbaarheid van onderdelen. Indien de langsliggers hier ook aan zouden voldoen, waren er vele hardere eisen te stellen aan de input die van de afdeling PO verkregen wordt. Het proces met betrekking tot de nazorgactiviteiten laat zich nu niet in stroomschema's beschrijven.

Door de grote variatie van wijzigingen is er ook een grote variatie van de mogelijke processen en oplossingen. Er kan dus geen eenduidige procesbeschrijving gemaakt worden. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het nazorgtraject puur gericht is op het herstellen van de fouten (productgericht in plaats van procesgericht). Dus alle aandacht gaat uit naar het opknappen van de fouten zonder dat er een structurele actie is om het proces te verbeteren.

En hoe later een fout aan het licht komt in het proces, hoe duurder het is om een fout te herstellen. Een fout herstellen in een schets is eenvoudig. Een fout herstellen in de Truckfabriek als gevolg van een verkeerde schets is moeilijker (en duurder). Een fout herstellen als het voertuig de klant bereikt heeft, kost weer meer geld.

Het systeem waarmee gewerkt wordt, Eicon Access, is een erg oud (20 jaar) en star systeem. Een aantal activiteiten dient uitgevoerd te worden omdat dit systeemtechnisch noodzakelijk is, want het oude systeem kan niet met de nieuwere applicaties communiceren. Deze activiteiten worden niet als hinderlijk ervaren, maar zouden geëlimineerd kunnen worden indien er systeemtechnische aanpassingen doorgevoerd zouden kunnen worden.

Er is in het voorbereidingsproces wel een controle opgenomen. Maar door deze controle komen alleen de fouten in het verponsproces aan het licht, voornamelijk typfouten. Fouten in het voorbereidingsproces met betrekking tot het aantal varianten of schetsen worden niet afgevangen en leiden dus tot fouten in de Truckfabriek.

'Echte' fouten ontstaan in het deelproces 'voorbereiden' en het 'maken van schetsen', maar worden in het deelproces 'verponsen' gewoon meegenomen. Deze fouten komen doorgaans pas aan het licht in tijdens de assemblage van de voertuigen.

Het opstellen van de process map laat zien dat de processen van PE-TF haaks op de filosofie van Six Sigma en Lean Manufacturing staan. Er wordt niet procesgericht gedacht bij het uitvoeren van de nazorgactiviteiten. En door het zichtbaar maken van de processen, kunnen overbodige stappen geëlimineerd worden en de oorzaken van de fouten is veel duidelijker zichtbaar.

6. Analyse: Input van Product Ontwikkeling

In de process map in bijlage 14 wordt naast de uit te voeren activiteiten ook de benodigde input en de verkregen output weergegeven. Wanneer er gekeken wordt naar de mogelijke inputvariabelen voor de processen, blijkt dat een groot deel van de input voor de processen afkomstig is van PO. De input die van PO ontvangen wordt, bestaat uit tekeningen, normen en de kruisjeslijst (die bestaat uit de basisstuklijst en de relatielijst).

De veelheid, complexiteit, onduidelijkheid en fouten in de informatie van PO leiden tot fouten in het voorbereidingsproces. Door foute, incomplete of onduidelijke informatie kan het voorkomen dat een veronderstelling van een medewerker van PE-TF leidt tot een foute beslissing.

Het oplossen van fouten of onduidelijkheden in de input van PO kan veel tijd kosten. Omdat bij PO de constructeurs regelmatig rouleren van werkzaamheden, moet een andere constructeur zich steeds in hetzelfde probleem verdiepen. Indien uitleg van een medewerker van PE-TF gewenst is, moet enkele malen hetzelfde probleem uitgelegd worden. Afspraken die met een bepaalde constructeur gemaakt worden, kan niet in overeenstemming zijn met de werkwijze en de visie van een andere constructeur. Eenduidige afspraken kunnen dus niet gemaakt worden.

Er ontstaan eveneens fouten door incorrecte vrijgiftes van PO. Volgens de medewerkers van CHL1 van PE-TF kan de eerste voorbereiding met relatief weinig fouten gemaakt worden. De onderdelen, die PO vrijgeeft, passen niet zoals PO ze vrijgegeven heeft. De reeks aanpassingen die daarna volgt, leiden tot fouten. Eén van de oorzaken hiervan is de slechte communicatie. Hierdoor worden de instructies verkeerd of helemaal niet bijgewerkt.

De afdeling PE-TF verzorgt niet alleen de vertaling van de stuklijsten en tekeningen naar bruikbare werkinstructies voor de Truckfabriek, maar het lijkt erop dat ze ook de controle van de input van PO verzorgen. Is PO zelf niet verantwoordelijk voor het aanleveren van juiste informatie?

Samen met de medewerkers van CHL1 zijn de grootste problemen inclusief verbeteringen met betrekking tot de input van PO voor de voorbereiding van langsliggers opgesteld, deze zijn:

- Aanpassen van de tabel op de langsliggertekening
- Automatisch basis-afgeleide
- Wijzigingen in MYC slecht zichtbaar
- Relatielijst

6.1. Aanpassen van de tabel op de langsliggertekening

De input die afkomstig is van PO zou correct moeten zijn. Is het de taak van de medewerkers van PE-TF om de fouten van PO te ontdekken?

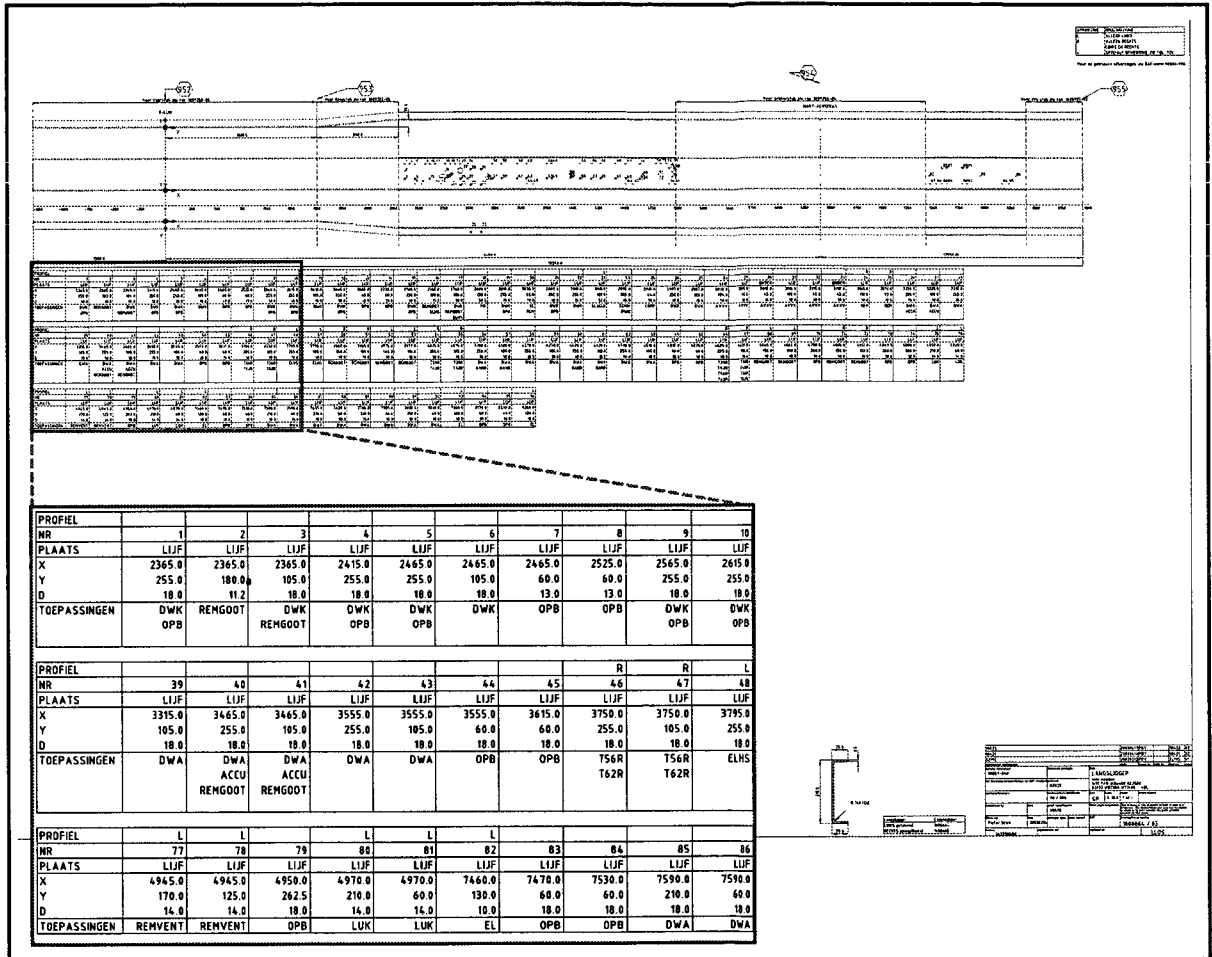
In de huidige situatie dienen de toepassingen in de tabel op de langsliggertekening geverifieerd te worden met de componenttekeningen. De tabel mag volgens de afdeling PO alleen gebruikt worden als hulpmiddel, de componenttekeningen zijn bindend. Het proces van deze filterfunctie is opgenomen in de stroomschema's 1. en 1.3. in bijlage 11.

Om een reductie van de voorbereidingstijd te realiseren, dienen twee wijzigingen aan de tabel op de langsliggertekening aangebracht moeten worden. Ter illustratie is in figuur 14 een voorbeeld van een langsliggertekening opgenomen. Een deel van de tabel is vergroot weergegeven om de twee wensen ten aanzien van de tabel te verduidelijken. De twee aanpassingen voor een effectiever voorbereidingsproces voor PE-TF zijn:

1. De toepassingen in de tabel op de langsliggertekening zouden bindend moeten zijn in plaats van de componenttekeningen. De huidige tabel op de langsliggertekening geeft namelijk alle mogelijke toepassingen per langsligger weer, niet alle vermelde toepassingen zullen op het voertuig gemonteerd (kunnen) worden. Het verifiëren van de of de vermelde toepassingen in de tabel correct zijn, vervalt omdat PO gedwongen wordt de informatie correct aan te leveren. De

informatie van PO hoeft hierdoor niet meer geverifieerd te worden met de componenttekeningen om eventuele fouten van PO te detecteren.

2. Het opsplitsen van de tabel op de langsliggertekening naar een linker en rechter zijde. Veel componenten kunnen aan beide zijden van de voertuigen gemonteerd worden. Dit dient ook met behulp van de componenttekeningen achterhaald te worden, terwijl deze informatie al bekend is bij de afdeling PO. Het LangsLigger Ontwikkel Systeem (LLOS; het systeem dat de afdeling PO gebruikt voor het ontwikkelen van langsliggers, zie bijlage 17) maakt gebruik van zowel een linkse als rechtse langsligger.



Figuur 14: Voorbeeld van een tabel op de langsliggertekening

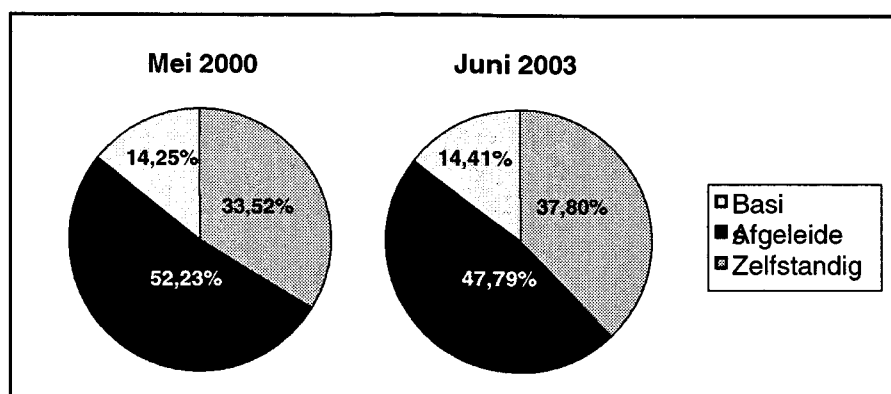
Bij complexe voertuigen is het mogelijk dat er in de voorbereiding varianten meegenomen zijn die theoretisch mogelijk zijn, maar technisch onmaakbaar. Dit heeft geen consequenties voor de voertuigen, maar zorgt voor vervuiling van het mainframe. Deze beperkingen kunnen met behulp van de MUI ontdekt worden. In de MUI staan alle geldige keuzes die een klant kan maken. Tijdens de voorbereiding wordt de MUI meestal niet geraadpleegd omdat een medewerker van PE-TF anders het totaaloverzicht verliest. De MUI zou wel geraadpleegd kunnen worden, als de wensen met betrekking tot de tabel op de langsliggertekening ingevoerd worden.

6.2. Automatisch basis-afgeleide:

Ten behoeve van het efficiënt voorbereiden van nieuwe projecten en het onderhouden van het huidige voertuigprogramma, door de afdeling PE-TF, is het belangrijk dat de mainframe-stuklijsten worden uitgeprint volgens het basis-afgeleide principe [lit.: AAL98].

PE-TF merkt dat het aantal zelfstandige en niet-afgeleide stuklijsten toeneemt. Tijdens het voorbereidingsproces is het waarnemen van de gelijkheid tussen de vergelijkbare stuklijsten (constructies) voor de afdeling PE-TF moeilijker. Als er gewerkt wordt met weinig basissen en veel afgeleiden is de vergelijkbaarheid wel goed te constateren [lit.: WOL00].

In mei 2000 is de verhouding tussen basis, afgeleide en zelfstandige stuklijsten bepaald. Om te verifiëren of het aantal zelfstandige en niet afgeleide stuklijsten inderdaad toe genomen is, is de telling in juni 2003 nogmaals uitgevoerd. De verhoudingen in 2000 en 2003 zijn in figuur 15 weergegeven en hieruit blijkt dat de basisstuklijsten en de zelfstandige stuklijsten met ruim 4% zijn toegenomen ten koste van de afgeleide stuklijsten.



Figuur 15: Verhouding tussen basis, afgeleide en zelfstandige stuklijsten in mei 2000 en juni 2003

Anno 2000 is een verzoek ingediend om het mainframe aan te passen. Dit bleek niet mogelijk te zijn omwille van de bruikbaarheid van het mainframe voor de gehele organisatie van DAF Trucks N.V.. Er is destijds afgesproken om met enige extra inspanning een basis-afgeleide structuur vrij te geven met de huidige hulpschermen. De afgesproken werkwijze betekent dat constructeurs en voorbereiders zoek en selectietaken verrichten die het systeem zou kunnen uitvoeren. De systeembeheerders zien mogelijkheden om met het tekeningnummer als sleutel de informatie te verbinden volgens het basis-afgeleide principe. Er is een verzoek ingediend om deze mogelijkheden verder te onderzoeken [lit.: AAS98]. Anno 2003 is dit nog steeds niet onderzocht.

Toch zijn er flinke besparingen te realiseren als het basis-afgeleide principe correct toegepast wordt. Eerst wordt onderzocht of inderdaad een reductie van het aantal basissen mogelijk is en vervolgens zal geprobeerd worden om dit verbeteringsvoorstel te kwantificeren.

De verhoudingen tussen de basissen, afgeleiden en zelfstandige stuklijsten uit figuur 15 zijn bepaald over alle componentgroepen, in totaal 351.

In de componentgroep chassisramen (componentgroep 1101), waarvan de langsliggers deel uitmaken, wordt, volgens de medewerkers van chassislijn 1, niet consequent gewerkt met het basis-afgeleide principe. Voor twee willekeurige sets, set 33 (FAT95) en set 48 (FAS95, FAR95, FAN95), zijn de huidige verhouding basis-afgeleide en de mogelijke verhouding basis-afgeleide bepaald.

Om de mogelijke verhouding te bepalen, zijn de volgende twee richtlijnen gehanteerd:

1. De componenten moeten gebruik maken van dezelfde componenttekening. Omdat de systeembeheerders mogelijkheden zien om met behulp van het tekeningnummer als sleutel de informatie te verbinden volgens het basis-afgeleide principe, is het gebruik maken van hetzelfde tekeningnummer als richtlijn gesteld.
2. Een component kan pas een afgeleide worden indien 50% of meer van de stuknummers overeenkomt met de stuknummers uit de basis. Deze richtlijn wordt ook door PO gehanteerd wanneer ze het basis-afgeleide principe toe willen passen.

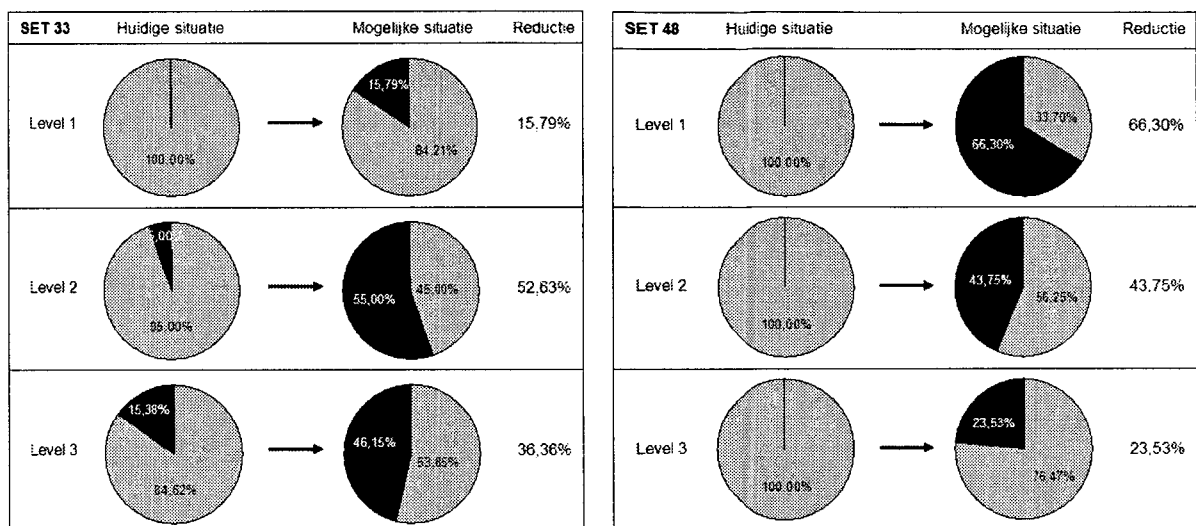
In bijlage 18 en 19 zijn de mogelijke basis en afgeleiden van set 33 en 48 weergegeven. Het aantal mogelijke basissen en afgeleiden zijn geteld en de resultaten zijn opgesomd in de tabellen, die in figuur 16 zijn weergegeven.

Set 33		Huidig	Mogelijk
Level 1	Basis	19	16
	Afgeleide	0	3
Level 2	Basis	19	9
	Afgeleide	1	11
Level 3	Basis	11	7
	Afgeleide	2	6

Set 48		Huidig	Mogelijk
Level 1	Basis	92	31
	Afgeleide	0	61
Level 2	Basis	16	9
	Afgeleide	0	7
Level 3	Basis	17	13
	Afgeleide	0	4

Figuur 16: Huidige en mogelijke basissen en afgeleiden voor level 1, 2 en 3 voor set 33 en set 48

Om de resultaten beter zichtbaar te maken, zijn de huidige en mogelijke verhoudingen tussen de basis en afgeleiden in cirkeldiagrammen in figuur 17 weergegeven. Naast de cirkeldiagrammen is de reductie van het aantal basissen vermeld.



Figuur 17: Huidige en mogelijke verhouding tussen basis en afgeleide in cirkeldiagrammen

6.3. Wijzigingen tijdens MYC slecht zichtbaar

Een reden voor het ontstaan van fouten in de Truckfabriek is het slecht opvolgen van wijzigingen bij updates en langsligger updates (MYC). Na gesprekken met de medewerkers van PE-TF blijkt dat de oorzaak hiervan is dat de wijzigingen niet altijd zichtbaar zijn. In paragraaf 5.2.1. is al vermeld dat in de stuklijsten de veranderingen of toevoegingen op monodeelniveau wel zichtbaar zijn en daarmee de wijzigingen te achterhalen zijn. Maar niet zichtbaar zijn onder andere de verplaatsingen van onderdelen, omdat verplaatsingen niet leiden tot veranderingen of toevoegingen op monodeelniveau in de stuklijst. Verplaatsingen kunnen op twee manieren ontstaan, na:

1. Het veranderen van de coördinaten van een gat.
2. Het veranderen van toepassingen van het ene naar het andere gat.

Naar schatting wordt meer dan 50% van de wijzigingen tijdens de MYC niet aangepast in de schetsen en instructies. Hierdoor wordt op sommige plaatsen in de Truckfabriek met verkeerde instructies gewerkt en dat kan leiden tot fouten.

De gevolgen van het niet aanpassen van wijzigingen tijdens de MYC zijn zichtbaar gemaakt door het uitvoeren en analyseren van een case-studie naar het ontbreken van bouten in de 1^o dwarsligger en K-balk in hoofdstuk 7.

Wijzigingen op langsliggers zullen altijd leiden tot streepwijzigingen, omdat wijzigingen op een langsligger altijd leiden tot het aanpassen van de langsliggertekening. En als een tekening aangepast wordt, leidt dit tot een streepwijziging. Streepwijzigingen zijn altijd op volgorde geschakeld en moeten elkaar altijd opvolgen. Het proces en systeem zijn op die manier ingericht, daarom is een eventuele datumschakeling niet mogelijk. Voor streepwijzigingen op langsliggers (en op draadbomen) gelden

specifieke afspraken, waarbij de uitwisselbaarheid van streepwijzigingen niet geldt en waarbij de schakelweek wel bepalend is voor de toepasbaarheid. Het doorvoeren van streepwijzigingen op langsliggers gebeurt één keer per half jaar tijdens de MYC door PO. Het doorvoeren van een streepwijziging vindt plaats na een van de volgende drie oorzaken:

- Wanneer het technisch noodzakelijk is.
Bijvoorbeeld na het toevoegen of verwijderen van gaten uit de langsligger.
- Wanneer het procestechnisch noodzakelijk is.
Bijvoorbeeld na het afwerken van een VOW.
- Wanneer het systeemtechnisch noodzakelijk is.
Bijvoorbeeld als alle langsliggers van een bepaald type een streep worden opgehoogd om ervoor te zorgen dat het overzicht behouden blijft. Alleen zo is het mogelijk alles 'dicht' te houden zodat er geen langsliggers doorschieten zonder de nodige wijzigingen.

Tijdens een bespreking met over het beter zichtbaar krijgen van de wijzigingen, wordt het idee voor het gebruik van LLOS voor de afdeling PE-TF genoemd. In eerste instantie lijkt het gebruik van LLOS voor PE-TF een goede oplossing. Naast het beter zichtbaar krijgen van wijzigingen tijdens de MYC, zou LLOS ook een nuttige aanvulling op het voorbereidingsproces van PE-TF kunnen zijn. Een introductie op LLOS en de mogelijkheden van deze applicatie zijn opgenomen in bijlage 17.

Door bijvoorbeeld een oude en een nieuwe streepwijziging van een langsligger of langsliggermodule met elkaar te vergelijken kunnen de verschillen in gaten of toepassingen zichtbaar gemaakt worden. Als nu een datafile van een streepwijziging voor de MYC vergeleken wordt met datafile van de laatste streepwijziging na de MYC zouden alle verschillen per gat zichtbaar moeten worden. Wel moet hierbij opgemerkt worden dat een gastgebruiker in LLOS geen datafile kan genereren.

LLOS kan datafiles genereren voor de verschillende modules op de langsligger. Een datafile is een tekstfile waarin onder andere de coördinaten van het gat met de bijbehorende toepassingen zijn weergegeven. Een voorbeeld van een stukje van een datafile is in onderstaande figuur weergegeven.

1	2	3	4	5	6	7
30,	,L,	-1312.50,	190.00,	18.0,	,DWA/LUB	
31,	,L,	-1312.50,	100.00,	18.0,	,DWA/LUB	
32,	,L,	-1312.50,	60.00,	18.0,	,DWA/LUB	
33,	,L,	-1243.50,	190.00,	18.0,	,DWA	
34,	,L,	-1243.50,	60.00,	18.0,	,DWA	
35,	R,L,	-1191.00,	125.00,	11.2,	,ECAS	
36,	R,L,	-1191.00,	65.00,	11.2,	,ECAS	
37,	,L,	-1055.00,	210.00,	18.0,	,DWA/REMGOOT	
38,	,L,	-1055.00,	60.00,	18.0,	,DWA/REMGOOT	
39,	,L,	-1050.00,	260.00,	18.0,	,OPB	
40,	,L,	-1000.00,	260.00,	18.0,	,OPB	

1: Gatnummer
 2: Zijde
 3: Plaats op langsligger
 4: X-coördinaat
 5: Y-coördinaat
 6: Gatdiameter
 7: Toepassing(en)

Figuur 18: Voorbeeld van een stukje datafile

Het vergelijken van een oude en nieuwe datafiles is binnen LLOS helaas niet mogelijk. Maar een soortgelijke functie moet wel mogelijk zijn in een van de applicaties van PE-PKF, namelijk: LAVOS (Langsligger Voorbereidings Systeem). Binnen deze applicatie bestaat de mogelijkheid wel om twee verschillende streepwijzigingen van een langsligger of twee verschillende streepwijzigingen van modules van langsliggers met elkaar te vergelijken. Er wordt dan weergegeven welke gaten toegevoegd, verwijderd of aangepast (plaats of diameter) zijn.

Wanneer twee streepwijzigingen van modules van een langsligger met elkaar vergeleken worden, worden wel de bijbehorende toepassingen vermeld, maar de applicatie controleert niet op verschillen in toepassingen per gat. Voor PE-PKF is deze informatie niet van belang en de mogelijkheid om op toepassingen te controleren is destijds niet meegenomen bij de ontwikkeling van de applicatie. Voor PE-TF moeten de verschillende toepassingen wel zichtbaar gemaakt worden omdat dit bepalend kan zijn voor het veranderen van het gatenpatroon in de schetsen. Een extra toepassing kan namelijk leiden tot andere varianten en daarmee tot andere schetsen van het gatenpatroon. Het is dus van belang dat een mogelijkheid om de toepassingen per gat te controleren wel degelijk aanwezig is.

6.4. Relatielijst.

De relatielijst vooraan in de kruisjeslijst is niet altijd even duidelijk en overzichtelijk. Door de informatie op een andere manier te ordenen, ontstaat een overzichtelijkere relatielijst. In onderstaand voorbeeld is te zien, dat de kolommen niet netjes onder elkaar staan. De selectienamen gearceerd met dezelfde kleur zouden in één kolom (onder elkaar) moeten staan.

KOMP.	BASIS	SELEKTIE-NAMEN				
1370292=	M. FUP	152N	VLDOORG	BLDV.VA	298R2V1	
1370292=	M. FUP	152N	VLDOORG	BLDV.VA	12R22V1	
1370294=	M. FUP	156N	VLRECHT	BLDV.VA	12R22V1	
1370293=	M. FUP	156N	VLRECHT	TRAPAVR	BLDV.VA	298R2V1
1370293=	M. FUP	156N	VLRECHT	TRAPAVR	BLDV.VA	11R22V1
1370294=	M. FUP	156N	VLRECHT	TRAPAVR	BLDV.VA	298R2V1
1370294=	M. FUP	VLRECHT	BLDV.VA	318R2V1		
1370294=	M. FUP	VLRECHT	BLDV.VA	386R2V1		
1370294=	M. FUP	VLRECHT	TRAPAVR	BLDV.VA	13R22V1	
1370292=	M. FUP	VLDOORG	BLDV.VA	318R2V1		
+ 1370292	M. FUP	VLDOORG	BLDV.VA	385R2V1		
1370292=	M. FUP	VLDOORG	BLDV.VA	386R2V1		
1370290=	Z. FUP	BLDV.VA				

Figuur 19: Huidige relatielijst componentgroep 1171 voor set 20 (FTT85)

In onderstaande figuur zijn de selectienamen die behoren tot dezelfde kolom wel onder elkaar gezet. Dit zou de gewenste indeling van de relatielijst zijn. Een overzichtelijkere relatielijst zal leiden tot een efficiënter voorbereidingsproces omdat overeenkomsten tussen de verschillende varianten duidelijker is. Minder fouten zullen gemaakt worden als in een oogopslag duidelijker is wat de overeenkomsten en verschillen tussen de varianten zijn.

KOMP.	BASIS	SELEKTIE-NAMEN				
1370292=	M. FUP	152N	VLDOORG	BLDV.VA	298R2V1	
1370292=	M. FUP	152N	VLDOORG	BLDV.VA	12R22V1	
1370294=	M. FUP	156N	VLRECHT	BLDV.VA	12R22V1	
1370293=	M. FUP	156N	VLRECHT	BLDV.VA	298R2V1	TRAPAVR
1370293=	M. FUP	156N	VLRECHT	BLDV.VA	11R22V1	TRAPAVR
1370294=	M. FUP	156N	VLRECHT	BLDV.VA	298R2V1	TRAPAVR
1370294=	M. FUP		VLRECHT	BLDV.VA	318R2V1	
1370294=	M. FUP		VLRECHT	BLDV.VA	386R2V1	
1370294=	M. FUP		VLRECHT	BLDV.VA	13R22V1	TRAPAVR
1370292=	M. FUP		VLDOORG	BLDV.VA	318R2V1	
+ 1370292	M. FUP		VLDOORG	BLDV.VA	385R2V1	
1370292=	M. FUP		VLDOORG	BLDV.VA	386R2V1	
1370290=	Z. FUP		BLDV.VA			

Figuur 20: Gewenste relatielijst componentgroep 1171 voor set 20 (FTT85)

Het voorstel is om de relatielijst vooraan in de kruisjeslijst aan te passen zodat het overzichtelijker wordt. Het aanpassen van de relatielijst blijkt niet mogelijk te zijn.

De kruisjeslijst wordt namelijk geprint met de selectiecodes op kolomvolgorde. In bovenstaande tabellen is te zien dat niet voor elk component per kolom een selectienaam is ingevuld. Doordat deze namen niet gebruikt wordt, schuiven de overige kolommen op en lijkt de selko-structuur ongeordend. Wanneer de kolommen wel onder elkaar afgedrukt zouden moeten worden, zal de ruimte op een pagina te klein worden, er zouden extra regels met selko's toegevoegd moeten worden of het aantal types op een blad zou gereduceerd worden. Maximaal kunnen zeven kolommen in de relatielijst weergegeven worden. Als de pagina door de extra selko's te klein zou worden, wordt er op de volgende regel verder gegaan. Hierdoor wordt de relatielijst nog onoverzichtelijker.

Er blijkt dat in het verleden ook al pogingen ondernomen zijn om een soortgelijk 'kolommenframe' te genereren. Het probleem hierbij was dat de achterliggende structuur per fabriek verschilt omdat iedere fabriek verschillende doorsneden maakt, bijvoorbeeld op astype, motortype, enz.

Als dan toch een 'kolommenframe' gegeneerd zou moeten worden, zullen het aantal *selko's* flink toenemen en de kruisjeslijst zou nog moeilijker leesbaar worden.

6.5. Conclusies

In de process map in bijlage 14 wordt naast de uit te voeren activiteiten ook de benodigde input en de verkregen output weergegeven. Wanneer er gekeken wordt naar de mogelijke inputvariabelen voor de processen, blijkt dat een groot deel van de input voor de processen afkomstig is van PO. De input die van PO ontvangen wordt, bestaat uit tekeningen, normen en de kruisjeslijst.

De veelheid, complexheid, onduidelijkheid en fouten in de informatie van PO leiden tot fouten in het voorbereidingsproces. Door foute, incomplete of onduidelijke informatie kan het voorkomen dat een veronderstelling van een medewerker van PE-TF leidt tot een foute beslissing. Het oplossen van fouten of onduidelijkheden in de input van PO kan veel tijd kosten. Er ontstaan eveneens fouten door incorrecte vrijgiftes van PO. De reeks aanpassingen die daarna volgen, leiden tot fouten. Een van de oorzaken hiervan is een slechte communicatie.

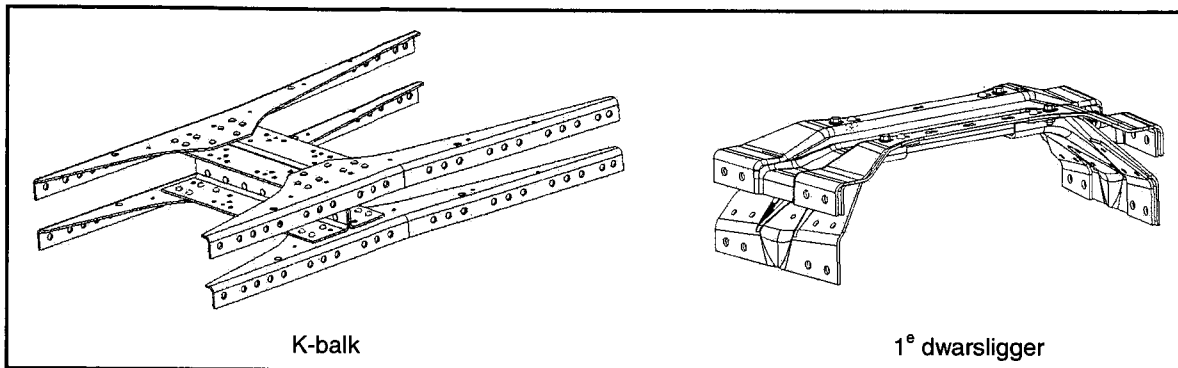
In dit hoofdstuk zijn samen met de medewerkers van CHL1 de grootste problemen met betrekking tot de input van PO voor de voorbereiding van langsliggers opgesteld en uitgewerkt. In hoofdstuk 9 worden verbeteringsvoorstellen voor deze problemen opgesteld. Deze problemen zijn:

- Aanpassen van de tabel op de langsliggertekening
- Automatisch basis-afgeleide
- Wijzigingen in MYC slecht zichtbaar
- Relatielijst

De afdeling PE-TF verzorgt nu niet alleen de vertaling van de stuklijsten en tekeningen naar bruikbare werkinstructies voor de Truckfabriek, maar het lijkt of ook de controle van de input van PO verzorgd wordt. Is PO zelf niet verantwoordelijk voor het aanleveren van juiste informatie?

7. Analyse: Output voor de Truckfabriek

Dit afstudeerproject wordt gekenmerkt door een groot aantal details, die noodzakelijk zijn om een volledig beeld te ontwikkelen van het achterliggende proces. Één van de problemen die hierbij van belang is, is het duidelijk zichtbaar maken welke verbeteringen kunnen worden verwacht bij het opvolgen van de aanbevelingen. De output van PE-TF is niet direct te controleren en er is ook geen data beschikbaar die de kwaliteit weergeeft. Om een uitspraak te kunnen doen over de kwaliteit van de output van PE-TF en om het belang aan te geven van goede instructies en schetsen is er een case-studie uitgevoerd naar één bepaalde fout, namelijk het ontbreken van bouten in de K-balk of 1^o dwarsligger. In figuur 21 is een afbeelding van de K-balk en de 1^o dwarsligger opgenomen.



Figuur 21: 1^o Dwarsligger en K-balk

In het assemblageproces moet de K-balk voorzien worden van een groot aantal bouten. De bouten worden regelmatig verkeerd gemonteerd, zonder dat dit opgemerkt wordt. Het ontbreken van bouten levert niet direct gevaarlijke situaties op, maar kan de levensduur van het voertuig ernstig verkorten.

In dit hoofdstuk wordt door middel van een case-studie dit probleem geanalyseerd. Het gevonden percentage voertuigen waarin bouten in de K-balk (of 1^o dwarsligger) ontbreken blijkt veel hoger dan verwacht. Daarmee kan aangetoond worden dat de bestaande controles niet volledig zijn en dat de huidige montagevoorschriften niet toereikend zijn.

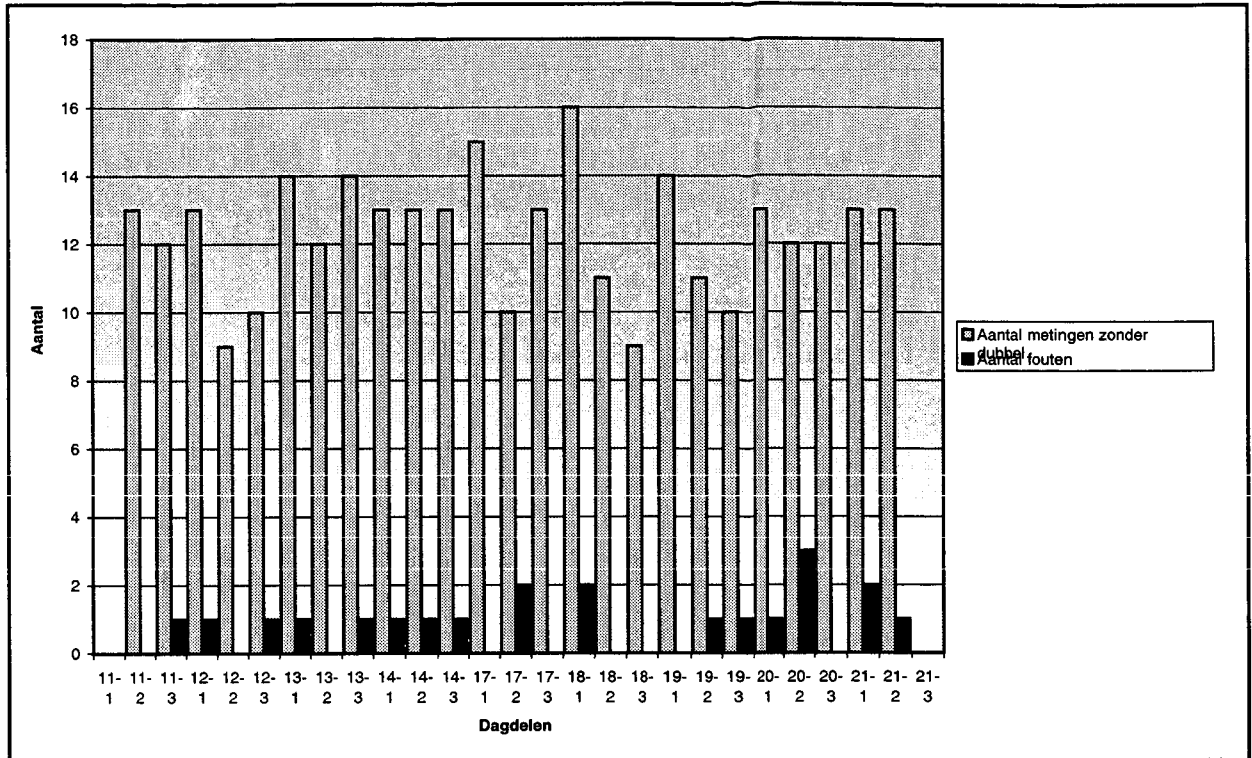
7.1. Case-studie: het ontbreken van bouten in de K-balk of 1^o dwarsligger

Er is een visuele controle uitgevoerd of er in alle paarsgewijze gaten in de K-balk en 1^o dwarsligger een bout gemonteerd is. Onder paarsgewijs wordt verstaan: gaten boven elkaar. Enkele gaten worden namelijk veelal gebruikt voor de opbouw van bijvoorbeeld laadbakken, maar dit vindt niet plaats bij DAF Trucks N.V.. In figuur 11 is dit grafisch toegelicht.

Naast manfouten in de Truckfabriek is één van de redenen voor het ontbreken van deze bouten, de herpositionering van essentiële voertuigonderdelen op de 1^o dwarsligger door het verschuiven van componentopstellingen. Vanaf de start van een voertuigtype is er vaak een grote variëteit in K-balk schetsen. Wijzigingen bij updates en langsligger updates (MYC) worden meestal niet 100% opgevolgd.

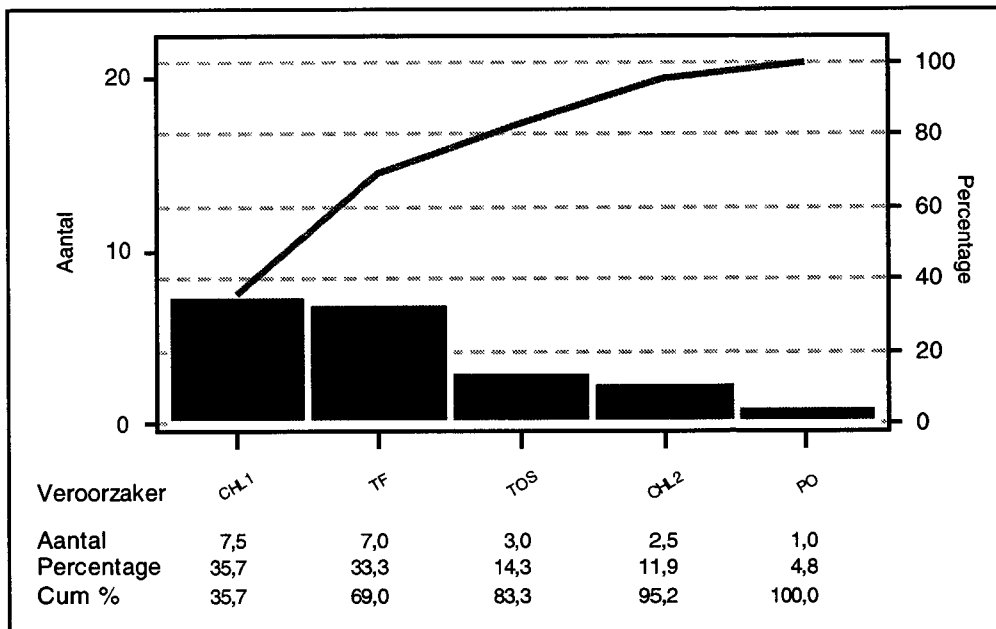
Drie keer per dag zijn de voertuigen die in de standbouw staan, gecontroleerd op het ontbreken van bouten in de K-balk of 1^o dwarsligger. De meting en een samenvatting van de resultaten zijn opgenomen in bijlage 20.

In totaal zijn er 308 (337 voertuigen waaronder 29 dubbele) voertuigen gecontroleerd. Er zijn 21 voertuigen gevonden waar één of meerdere bouten ontbraken in de 1^o dwarsligger. Dit is een foutpercentage van 6,8%. Een grafische presentatie van de resultaten is weergegeven in de grafiek van figuur 22. Dit percentage bleek hoger dan verwacht. Het verwachte foutpercentage was geschat op ongeveer 2%, dus aanzienlijk lager dan het uiteindelijke percentage dat uit de steekproef naar voren is gekomen.



Figuur 22: Resultaten van de steekproef

In figuur 23 is een Pareto-diagram weergegeven. De fouten die door de steekproef ontdekt zijn, zijn gerelateerd aan de veroorzaker van de fout. In de tabel in bijlage 20 is weergegeven wie de veroorzaker van de fout is. Uit deze analyse van de gemaakte fouten, is gebleken dat meer dan éénderde van het aantal foute voertuigen veroorzaakt wordt door chassislijn 1 van PE-TF. Éénderde van het aantal foute voertuigen veroorzaakt wordt door de manfouten in de Truckfabriek.



Figuur 23: Pareto-diagram van veroorzakers van de foute voertuigen uit de steekproef

Naast de veroorzaker van de fout, is ook gekeken naar de soort fout. Er is onderscheid gemaakt tussen manfouten, schetsfouten en overige fouten. In interviews met medewerkers van PE-TF is veelvuldig naar voren gekomen dat veel problemen ontstaan door allerlei goten die op de langsligger en ook op krachtverbindingen zoals de K-balk gemonteerd worden. Zo kan het bijvoorbeeld gebeuren dat een goot op een ander gat gemonteerd wordt dan dat voor die betreffende goot gereserveerd was. Soms is het bij CHL2 bekend, maar niet bij CHL1 zodat de schets niet aangepast is. Er dient dan door de assemblagemedewerker een bout gedemonteerd te worden voor de bevestiging van de leiding of remgoot. Het gat wat er voor gereserveerd was en dus ook open gelaten was, blijft leeg waardoor dus een ontbrekende bout in bijvoorbeeld de K-balk ontstaat.

Met deze opmerking in het achterhoofd is in de tabel in bijlage 20 weergegeven wat de foutsoort is. Als in de cellen van de tabel achter de foutsoort '(G)' staat, betekent dat de goten de aanleiding zijn geweest tot het maken van de betreffende fout. De resultaten van de foutsoorten is weergegeven in onderstaande tabel. Hier uit blijkt dat meer dan de helft (57,14%) van de fouten veroorzaakt worden door onjuiste schetsen en één derde van de fouten de oorzaak zijn van een onjuiste montage in de Truckfabriek. De opmerking van de medewerkers van PE-TF dat veel problemen veroorzaakt worden door goten, blijkt te kloppen. Bijna de helft van de fouten (47,62%) wordt veroorzaakt door goten.

Foutsoort		Aantal	Percentage
Schetsfout	door goot	8	38,10%
	overig	4	19,05%
	<i>Totaal schetsfout</i>	12	57,14%
Manfout	door goot	2	9,52%
	overig	5	23,81%
	<i>Totaal manfout</i>	7	33,33%
Overige fouten	door goot	0	0,00%
	overig	2	9,52%
	<i>Totaal overige fouten</i>	2	9,52%
Eindtotaal		21	100,00%

Figuur 24: Tabel met foutsoorten van de foute voertuigen uit de steekproef

7.2. *Waarom is er niet eerder actie ondernomen?*

Door het bekend maken van de resultaten van de steekproef is de aandacht voor het ontbreken van bouten in de 1° dwarsligger drastisch verhoogd. Men is nogal geschrokken van de resultaten omdat het werkelijke percentage fouten stukken hoger lag dan het verwachte percentage.

Waarom wordt er nu zo heftig op gereageerd? Waarom is het nog niet eerder opgevallen? Dat heeft de volgende vier oorzaken:

1. Nooit naar gekeken.

Men is nogal geschrokken van de resultaten van de steekproef. Het werkelijke percentage fouten ligt veel hoger dan het verwachte percentage. Door het bekend maken van de resultaten is de aandacht op het ontbreken van bouten in de 1° dwarsligger drastisch verhoogd. De steekproef heeft de ogen geopend. De eerste reden waarom nog nooit een actie is ondernomen naar de ontbrekende bouten in de K-balk is omdat er nog nooit naar gekeken is. Pas door de resultaten van de steekproef is de focus op de ontbrekende bouten in de K-balk ontstaan.

2. Het grijze circuit is verdwenen.

Door de striktere normtijden die de medewerkers in de Truckfabriek krijgen voor het uitvoeren van de werkzaamheden, blijft er minder tijd over voor het uitvoeren van werkzaamheden die niet genormeerd zijn. De medewerkers gaan zich daardoor natuurlijk beperken tot het uitvoeren van de werkzaamheden die ze moeten uitvoeren. Steeds meer activiteiten die niet tot het takenpakket horen, worden niet meer uitgevoerd, met andere woorden het eigen initiatief van medewerkers verdwijnt. Het monteren van een bout op het moment dat blijkt dat het gat onbedoeld open zal blijven, gebeurt niet meer. Het gevolg is dat er dus meer en frequenter gaten open blijven.

3. Het aantal PQI-punten naar beneden.

De kwaliteitsprestatie bij DAF Trucks N.V. wordt vastgelegd in het PQI getal. PQI betekent 'Product Quality Inspection' en is een maat voor het uitdrukken van de kwaliteit van een voertuig. Het is de gemiddelde score per voertuig gebaseerd op de level 2, 3, 4 en 5 fouten die tijdens een audit toegekend worden. Zo zal een bout van een remgootje wat los zit tot minder punten leiden dan het los zitten van een bout van de wielophanging. Het ontbreken van bouten in een dwarsligger is een level 3 fout.

Omdat het getal een afwijking ten opzichte van een perfect voertuig uitdrukt, geldt: hoe lager hoe beter. In 2002 was het resultaat gemiddeld PQI 8,5. De doelstelling voor de Truckfabriek voor 2003 is om dit te verlagen naar PQI 4,9 [lit.: POL03]. Om deze doelstelling te realiseren, wordt ook strenger toegezien op het aantal ontbrekende bouten in de 1^e dwarsligger. Dus de verhoogde aandacht wordt ook veroorzaakt door de doelstelling om de PQI score te verlagen.

4. Herstelwerkplaats is verdwenen.

Bij DAF Trucks N.V. is een begin gemaakt om over te gaan op 'direct delivery'. Dit heeft als gevolg dat de herstelwerkplaats is verdwenen. Het is dus van belang om het assemblageproces goed te beheersen zodat de voertuigen 'first-time-right' gebouwd kunnen worden. Dit betekent dat het ontbreken van bouten in de K-balk niet meer voor mag komen. Nu kunnen de voertuigen nog hersteld worden in de herstelwerkplaats, maar als die verdwijnt, wordt het moeilijker de voertuigen op te knappen. Om over te kunnen gaan op 'direct delivery' moet het correct vullen van bouten een beheerst proces zijn.

7.3. Alternatieven voor voorbereiden

Naar aanleiding van het ontbreken van bouten in de 1^e dwarsligger en het niet correct opvolgen van de wijzigingen tijdens de MYC, zijn tijdens een brainstormsessie een aantal alternatieve manieren van voorbereiden ontstaan. Voor de verschillende alternatieven zijn ook de voor- en nadelen en de borgingsmethoden bekeken.

De acht verschillende mogelijkheden die uit de brainstormsessie naar voren zijn gekomen, worden in bijlage 21 kort toegelicht. De belangrijkste punten met betrekking tot de alternatieven zijn in onderstaande tabel opgenomen.

Alternatief	Borging	Voordelen	Nadelen
1 Controle met terugkoppeling.	Controle in proces	+ Terugkoppeling van specifieke problemen.	- Geen 100% terugkoppeling - Reactietijd
2 Alle gaten aan het einde van CHL2 dicht.	Alle gaten (ook foute) einde cel 44 opvullen		- Geen terugkoppeling PE-TF/TOS-fouten - Alle verantwoordelijkheid ligt bij TF.
3 Zonder specifieke voorbereiding van gatenpatronen. Wel componenten voorbereiden.	4 bouten monteren in skids. Dan onderdelen monteren en tot slot alles opvullen	+ Onderhoudsvriendelijker + Zeer lage capaciteit van PE-TF	- Fouten komen onvoldoende naar boven - Bereikbaarheid bouten is slecht
4 Alles een tweede keer voorbereiden		+ Kwaliteit omhoog?	- Kans op detectie van fouten is klein - Geen oplossing voor productiefouten - Nieuwe fouten
5 Kwaliteit input omhoog, eenduidige informatie. (LL=Komp)	Controle blijft nodig vanwege productie-fouten en al bestaande fouten	+ Kwaliteit output omhoog + 4 wekelijkse update ipv MYC + Prioriteiten PO worden beter afgestemd	- Geen korte termijn oplossing - Koppelen aan nieuwe productprojecten

Alternatief	Borging	Voordelen	Nadelen	
6	Gelijke input PO. Systeem ondersteund voorbereiden + check update. (LL≠Komp)	Controle blijft nodig vanwege productie-fouten en al bestaande fouten	+ Kwaliteit output omhoog + Minder nazorg + Minder servicemeldingen	- Bestaande fouten blijven - Meer voorbereiding (+4 manweken/MYC)
7	Systeem genereert schets op basis van input PO. PE-TF voegt informatie toe van componenten. (LL≠Komp)	Controle blijft nodig vanwege productie-fouten	+ Bestaande fouten eruit + Capaciteit PE-TF omlaag? + Kwaliteit output significant omhoog + Gaten 100% OK?	- Compleetheid input PO aanvullen
8	Systeem genereert schets. (LL=Komp)	Controle blijft nodig vanwege productie-fouten	+ Capaciteit PE-TF omlaag (vooral controle systeem) + Gaten 100% OK + Componenten 100% OK	- Systeem afhankelijk (beheer) - Starre omgeving

Figuur 25: Alternatieven voor voorbereidingsproces

Wanneer de alternatieven bekeken worden, is te zien dat de alternatieven 1 tot en met 5 uitgaan van een handmatig voorbereidingsproces.

De alternatieven 6 tot en met 8 maken gebruik van een systeem om het voorbereidingsproces te vereenvoudigen of het laten genereren van een kwalitatief hogere output, door gebruik te maken van een bepaalde mate van automatisering. De alternatieven 6 tot en met 8 kunnen ook gezien worden als drie opeenvolgende processtappen in een proces om het voorbereidingsproces te automatiseren.

7.4. Genomen acties als gevolg van de steekproef

Van het foutenpercentage van 6,8% was men nogal van geschrokken. Een controle werd ingevoerd om deze fouten te voorkomen. In eerste instantie wordt dus alternatief 1 uit de vorige paragraaf ingevoerd: een medewerker van PE-TF zou gebeld worden indien een ontbrekende bout geconstateerd werd. De fout wordt door deze medewerker hersteld en daarna gaat hij uitzoeken wat de oorzaak van het ontbreken van de bout was.

Het voordeel van deze methode is dat er specifieke terugkoppeling van de problemen verkregen wordt. Voor de terugkoppeling ben je afhankelijk van de medewerkers van de Truckfabriek en de praktijk heeft uitgewezen dat niet alle fouten gemeld worden. Een ander nadeel van de deze werkwijze is dat na het melden van een fout, een medewerker van PE-TF meteen moet gaan kijken omdat anders het voertuig in de spuitbox verdwijnt. Deze methode is ook erg arbeidsintensief, de medewerker heeft 60% van zijn tijd besteed aan het herstellen van fouten.

Omdat deze methode nogal arbeidsintensief is en er geen compromis gesloten kan worden met de Truckfabriek over de te nemen acties, wordt er besloten om tijdelijk over te gaan op alternatief 2. Er wordt nu dus geen terugkoppeling meer ontvangen, waardoor de oorzaken van de problemen niet opgelost worden. Er kan wel een controlelijst aangevraagd worden waarin af kan lezen is hoeveel voertuigen gecontroleerd zijn en wat de resultaten van deze controle zijn.

Ik heb een controlelijst aangevraagd over de weken 26 tot en met 29 (23-6-2003 tot en met 18-7-2003). In die periode zijn 2052 voertuigen gecontroleerd. Bij 51 voertuigen bleken er bouten te ontbreken bij de K-balk of 1^o dwarsligger.

Wanneer uitgegaan wordt van deze resultaten blijkt het foutenpercentage gedaald te zijn van 6,82% naar 2,49%. Enerzijds lijkt dit aannemelijk omdat een aantal voorbereidingsfouten hersteld zijn en door de verhoogde aandacht in de Truckfabriek waar ook geprobeerd wordt manfouten te voorkomen. Anderzijds is een daling van ruim 4% wel een erg grote verbetering.

Later blijkt dat er voertuigen 'OK' gemeld zijn terwijl ze dit niet waren. Er zijn gevallen bekend van voertuigen die opgeknapt zijn tijdens de controle. Die voertuigen zijn per deels per toeval ontdekt en deels gemeld door een controleur uit de Truckfabriek (terwijl de controle wel 'OK' gemeld is). Het is dus goed mogelijk dat er nog meer voertuigen 'OK' gemeld zijn, terwijl ze dat niet waren. In feite worden dus de gegevens vertoebeld en zullen het aantal fouten dus groter zijn. Maar hoeveel? De voertuigen waarbij dit bekend was, zijn:

Transportnummer	Ordernummer	Type	
B9530	639873	FAR95430S	480
B9560	648197	FAX85380S	460
B9734	635227	FAT85430S	455
B9949	649936	FAS75310Q	560
C0254	641662	FTG95430S	415

Figuur 26: Voertuigen die onterecht OK gemeld zijn

Deze zijn ontdekt in de periode van 23-06-2003 tot en met 01-07-2003. Van 02-07-2003 tot en met 18-7-2003 zijn geen gegevens beschikbaar.

Het percentage van voertuigen met een niet correct gevulde eerste dwarsligger zal in werkelijkheid dus groter zijn dan 2,49%, maar kan niet exact bepaald worden. Er kan wel een schatting gemaakt worden op basis van de bekende gegevens. In 7 werkdagen tijd zijn er 5 onterecht goedgekeurde voertuigen ontdekt. In vier weken tijd (20 dagen), zou dit aantal oplopen tot 14.

In totaal zouden dan bij 65 voertuigen (51+14) bouten in de K-balk of 1^e dwarsligger ontbreken. Het percentage van voertuigen met ontbrekende bouten zou dan 3,17% bedragen.

7.5. Kwantificering resultaat

In deze paragraaf wordt geprobeerd het resultaat kwantificeerbaar te maken. Dus wat wordt er bespaard door het invoeren van de controle op het ontbreken van bouten in de K-balk of 1^e dwarsligger?

De opbrengsten van de controle bestaan uit het besparen op servicecampagnes die gevoerd moeten worden indien er bouten in de K-balk of 1^e dwarsligger ontbreken. Als er een structurele fout gevonden wordt die leidt tot het verkeerd vullen van de K-balk of 1^e dwarsligger, kan er een verzoek tot een servicecampagne geschreven worden. De levensduur van een voertuig kan namelijk ernstig verkort worden door het ontbreken van bouten in krachtverbindingen. Eerst wordt nagegaan of dit het geval is en of er inderdaad soortgelijke voertuigen al afgeleverd zijn aan de klant die teruggeroepen moeten worden als gevolg van deze fout.

Sinds het uitvoeren van de steekproef zijn er 8 meldingen aan service geschreven als gevolg van het ontbreken van bouten in de K-balk en 1^e dwarsligger. Van deze meldingen hebben er 4 geleid tot een terugroepactie. Deze zijn:

Melding aan Service	Field Action nummer	Aantal voertuigen	Garantie budget kosten	Gemiddelde kosten per voertuig
MAST03006	PSFA0010052	129	€ 3.853,00	€ 29,87
MAST03007	PSFA0010056	83	€ 2.518,00	€ 30,34
MAST03008	PSFA0010055	7	€ 201,00	€ 28,71
MAST03013	PSFA0010058	27	€ 1.439,00	€ 53,30
Totaal		246	€ 8.011,00	€ 32,57

Figuur 27: Meldingen die geleid hebben tot een terugroepactie

De kosten van een terugroepactie bestaan uit materiaalkosten en het uurloon voor het herstellen van de fout. Bij deze terugroepacties is er nog geen schade ontstaan aan het voertuig.

De kosten van een te laat uitgevoerde terugroepactie kunnen niet bepaald worden. Wel laat de 'Field Action Coordinator' weten dat eventuele schade aan derden en stilstand, etc, niet door DAF Trucks N.V. vergoed worden, enkel de reparatie inclusief materiaal wordt vergoed. Wellicht dat het één en ander commercieel wordt afgehandeld maar dit gebeurt altijd lokaal (door de vestiging of importeur) en valt meestal niet onder de centrale garantiekosten.

Om een indicatie van de garantiekosten te geven:

- Vaste Verrekenprijs van een chassis van een FT : € 2.405,05
- Kosten bouten en klinknagels : ± € 0,20 per stuk
- Vervoerskosten : <onbekend>

- Ombouwkosten : $2 \cdot 3 \cdot 8 \cdot \text{€ } 33,- = \text{€ } 1.584,-$

Bij de kosten is uitgegaan van het eenvoudigste en goedkoopste chassis. De vaste verrekenprijs en de ombouwkosten zijn daarom laag. De ombouwkosten bestaan uit twee monteurs die drie dagen bezig zijn (à € 33,- per uur). De minimale garantiekosten bedragen dus € 4.000,-.

Opbrengsten

De gemiddelde kosten van het terugroepen van een voertuig door het ontbreken van bouten in de K-balk en 1^e dwarsligger zijn € 32,57 per voertuig. Uitgaande van het geschatte foutpercentage van 3,17%, zijn de kosten voor veldacties: $\text{€ } 32,57 \cdot 3,17\% = \text{€ } 1,03$ per voertuig

Er worden ongeveer 25.000 voertuigen per jaar geproduceerd bij DAF Trucks N.V. te Eindhoven, dus: De totale kosten voor veldacties zijn: $\text{€ } 1,03 \cdot 25.000 = \text{€ } 25.792,52$ per jaar

Kosten:

Natuurlijk zijn er ook kosten aan verbonden. De kosten bestaan alleen uit de kosten voor de controle die op het einde van CHL2 uitgevoerd wordt. Bij DAF Trucks N.V. worden de uit te voeren handelingen genormeerd, ook de controles. Het controleren van de bouten in de K-balk en 1^e dwarsligger is genormeerd op 12 seconden per zijde. Zowel de linker als rechterzijde dient gecontroleerd te worden, dus de controle neemt 24 seconden per voertuig in beslag. (het fabriekstarief is € 33,- per uur)

Kosten van controle = $(\text{€ } 33,- / 3.600) \cdot 2 \cdot 12 = \text{€ } 0,22$ per voertuig

De totale kosten voor de controle zijn: $\text{€ } 0,22 \cdot 25.000 = \text{€ } 5.500,-$ per jaar

Totale besparing:

De totale besparing van deze controle, is:

Totale opbrengsten per jaar	€ 25.792,52
Totale kosten per jaar	€ 5.500,-
Besparing	€ 20.292,52

Dit bedrag kan dus op jaarbasis bespaard worden als er geen terugroepacties plaats vinden als gevolg van het ontbreken van bouten in de K-balk en 1^e dwarsligger. In deze totale besparing zijn dus de besparing op de garantiekosten, de vervoerskosten van een chassis en de kosten van het imagoverlies van DAF Trucks N.V. niet meegenomen.

Een aanname die gemaakt is, is dat er uitgegaan wordt dat de controle 100% van de fouten detecteert en er dus geen voertuigen door de controle slippen. In de volgende paragraaf wordt met behulp van de literatuur aangetoond, dat dit niet het geval is.

Het imagoverlies als gevolg van kwaliteitsproblemen is erg moeilijk te kwantificeren. Een bekend gegeven is wel dat het opbouwen van een goed imago veel meer tijd in beslag neemt dan het afbreken ervan. Niet elke bout die ontbreekt, heeft dezelfde gevolgen voor het voertuig, maar de gevolgen kun ernstig zijn en een grote verslechtering van het imago tot gevolg hebben. De kans dat dit voorkomt is erg klein, maar de gevolgen hiervan kunnen niet te overzien zijn.

7.6. Controles in theorie

Een controle is natuurlijk geen blijvende oplossing voor het probleem van de ontbrekende bouten in de K-balk of 1^e dwarsligger. Als de kwaliteit van het proces niet zeker gesteld kan worden, is een controle noodzakelijk. Maar is het proces nu wel zeker gesteld met het invoeren van de controle? Twee visies op controles worden in deze paragraaf beschreven. Allereerst wordt de visie op controles volgens de managementmethode van Dr. Deming beschreven en daarna de visie volgens de Six Sigma filosofie.

7.6.1. Managementmethoden van Dr. Deming

Bij het invoeren van de controle naar ontbrekende bouten in de K-balk of 1^e dwarsligger, wordt uitgegaan dat alle fouten ontdekt worden tijdens de controle. Maar is dat wel zo? Neem de proef op de som en tel hoe vaak de letter "F" of "f" in het kader voorkomt.

Federal Funds are the result of years of scientific study combined with the experience of years.

Figuur 28: Proef op de som [lit.: LAT96]

De tekst één keer doorlezen is 100% controle (en twee keer doorlezen is 200% controle). Bij de eerste lezing vinden de meeste mensen slechts drie, vier of vijf "f"'s in plaats van zes [lit.: LAT96].

Controle van het product met het doel ondeugdelijke eenheden op te sporen, is duur en bovendien niet 100% effectief. Voornamelijk de afhankelijke controle, dit houdt in dat het werk beoordeeld wordt als het klaar is, is de minst effectieve vorm van controle. een productcontrole verdient de voorkeur boven een procescontrole. Gebruik de controlegegevens om informatie over het proces te verzamelen. Breng vervolgens op basis van de procesgegevens permanente verbeteringen aan. Dit is de taak van het management (zie verplichting 7 in bijlage 22). Maar het management probeert zichzelf te beschermen door controleurs in te schakelen.

Als het systeem stabiel is, ligt de verantwoordelijkheid voor verbeteringen bij het management. Zij moeten hun kwaliteiten als leider aanspreken om het prestatieniveau naar een hoger plan te tillen. Niet het personeel, maar alleen het management is in staat aan de verlangde prestaties te voldoen. Het proces kan verbeterd worden door de variatie terug te dringen. Door de tijd te nemen om de cijfers te doorgronden, kunnen de variatie in de gegevens herkend worden en de oorzaken hiervan te doorgronden. Dus: bestudeer het proces niet de resultaten.

7.6.2. Six Sigma

In de trainingsmap voor het opleiden van een 'Green Belt' is beschreven dat productfouten volgens de Six Sigma filosofie op twee manieren kunnen ontstaan:

1. Variatie in eigenschappen en afmetingen van componenten.

Bijvoorbeeld: een bout en een moer moeten passen niet op elkaar.

Oplossing: Statistical Process Control

2. Mistakes (vergissingen en blunders)

Bijvoorbeeld: er wordt vergeten een bout aan te brengen.

Oplossing: Mistake proofing

Productfouten door het ontbreken van bouten in de K-balk, zoals in de steekproef is omschreven, vallen dus in de tweede categorie. Ook wanneer blijkt dat de fouten veroorzaakt worden door een schetsfout. Er wordt dan namelijk vergeten een bout in de schets te tekenen.

Als 'mistakes' ontdekt worden, is dit echter pas nadat een productfout is ontstaan; in een controle of audit. De enige manier om deze 'mistakes' te ontdekken is met behulp van 100% inspectie. Dit is ook alleen mogelijk als 100% inspectie goedkoop is, maar in een (te) groot aantal gevallen zal de 'mistake' niet ontdekt worden.

Maar elke 'mistake' kan en dient voorkomen te worden. Om dit te bereiken, moeten de volgende aandachtspunten niet vergeten worden:

- Focus op resultaten: meet de afname van productfouten.
- Geef werknemers niet langer de schuld van 'mistakes'. Dit zal leiden tot het verbergen van fouten en fouten maken is menselijk.
- Het management is verantwoordelijk voor een goede 'mistake proofing'.
- Investeer in preventie in plaats van correctie. De kosten voor preventie zijn vaak een fractie van de kosten van correctie.
- Kwaliteit is gelegen in de processen en/of producten en niet in documentatie. Effectieve 'mistake proofing' behoeft veelal weinig documentatie.

Het voorkomen van 'mistakes' door het proces te verbeteren, kan niet geleidelijk ingevoerd worden, hiervoor is een 'breakthrough' nodig. De problemen moeten structureel aan gepakt worden in plaats van ad-hoc, waarbij de voorkeur uitgaat naar een pro-active in plaats van een reactieve methode [lit.: IB100].

7.7. Conclusies

Dit afstudeerproject wordt gekenmerkt door een groot aantal details, die noodzakelijk zijn om een volledig beeld te ontwikkelen van het achterliggende proces. Een van de problemen die hierbij van belang zijn, is het duidelijk zichtbaar maken welke verbeteringen kunnen worden verwacht bij het opvolgen van de aanbevelingen. De output van PE-TF is niet direct te controleren en er is ook geen data beschikbaar die de kwaliteit weergeeft. Om een uitspraak te kunnen doen over de kwaliteit van de output van PE-TF en om het belang aan te geven van goede instructies en schetsen is er een case-studie uitgevoerd naar één bepaalde fout, namelijk het ontbreken van bouten in de K-balk of 1^e dwarsligger.

Door het bekend maken van de resultaten uit de case-studie (6,8% fouten), is men zo geschrokken. Zo hoog had men het niet verwacht. In dit hoofdstuk is daarmee aangetoond dat de bestaande controles niet volledig zijn en dat de huidige montagevoorschriften niet toereikend zijn.

Als schrikreactie is in direct een controle ingevoerd. Door middel van deze controle is er een besparing van meer dan € 20.000,- gerealiseerd. In deze totale besparing zijn dus de besparing op de garantiekosten, de vervoerskosten van een chassis en de kosten van het imagoverlies van DAF Trucks N.V. niet meegenomen.

Een aanname die gemaakt is, is dat er uitgegaan wordt dat de controle 100% van de fouten detecteert en er dus geen voertuigen door de controle slippen.

Met behulp van de Six Sigma filosofie en de managementmethoden van Dr. Deming is aangetoond dat een controle duur en niet 100% effectief is. De kans dat het ontbreken van een bout in de K-balk leidt tot grote gevolgen is klein, maar de gevolgen zijn dan niet te overzien.

Naarmate een vergissing langer doorwerkt, brengt de correctie meer kosten met zich mee. Een fout product dat daadwerkelijk de klant bereikt kost het meest, maar niemand weet hoeveel. De kosten zijn onbekend en kunnen slecht gedeeltelijk achterhaald worden.

8. Analyse: Communicatiestromen

Tijdens gesprekken met medewerkers van de afdelingen PO en PE-TF komt naar voren dat de slechte communicatie een oorzaak kan zijn voor de kwaliteitsproblemen. Over het verbeteren van communicatiestromen als gevolg van kwaliteitsproblemen is volgens een expert op het gebied van organisatiewetenschappen geen bruikbare literatuur beschikbaar. Om dergelijke problemen op te lossen, moet gebruik gemaakt worden van 'gezond verstand'. Dit zal gebeuren met medewerking van de medewerkers zelf vanwege de grote ervaringskennis.

Op dit moment wordt bij DAF Trucks N.V. suboptimalisatie bevorderd in plaats van samenwerking. Met behulp van aangeraden literatuur zal aangetoond worden, hoe contraproductieve strategieën vervangen kunnen worden door werkelijke samenwerking, procesverbetering en productiviteit op de lange termijn.

8.1. Splitsing tussen CHL1 en CHL2

Binnen de afdeling PE-TF is onder andere onderscheid gemaakt tussen CHL1 en CHL2. Deze splitsing is historisch zo gegroeid omdat de Truckfabriek ook op deze manier is ingericht. Beide lijndelen bereiden de eigen handelingen voor.

CHL1 bereidt bijvoorbeeld de K-balk voor. In de K-balk moeten gaten open gelaten worden voor onderdelen die in een later stadium gemonteerd worden. Deze voorbereiding wordt gedaan door middel van de langsligger- en componenttekeningen.

CHL2 bereidt bijvoorbeeld het monteren van de tankdragers voor. Via de componenttekeningen wordt bepaald waar en welke varianten van tankdragers gemonteerd moeten worden. Het uitzoeken van de verschillende varianten en de exacte plaats zijn zaken die ook al door CHL1 uitgezocht moeten worden om de juiste plaatsen voor de gaten te bepalen.

In feite wordt dus door CHL1 en CHL2 hetzelfde werk verricht, maar de manier van werken en het vastleggen van deze informatie is anders. Er is niet bewust gekozen om bijvoorbeeld een extra controle in te bouwen die leidt tot het elimineren van voorbereidingsfouten. Het is een gevolg van de inrichting van de PE-TF.

De hoeveelheid werk die dubbel uitgevoerd wordt, kan niet worden geschat. De spreiding in de hoeveelheid dubbel werk bij de verschillende voertuigtypes is groot. Bij een moeilijk voertuig met veel verschillende varianten is het dubbel uitgevoerde werk vele malen groter dan bij een eenvoudig voertuig met weinig varianten en mogelijke componenten.

In een overleg met een medewerker van CHL1, CHL2 en een senior is gebrainstormd over mogelijkheden om de twee lijndelen beter op elkaar af te stemmen. De vier alternatieven die moeten leiden tot een efficiënter en effectiever voorbereidingsproces worden in bijlage 23 kort toegelicht. De alternatieven zijn in een later gesprek beoordeeld op de bruikbaarheid, ook dit is toegelicht in bijlage 23. De belangrijkste punten met betrekking tot de alternatieven zijn in onderstaande tabel opgenomen.

Alternatief	Voordelen	Nadelen
1 De informatieoverdracht van CHL2 naar CHL1 ten opzichte van de huidige situatie verbeteren.	+ Integrale tijdsbesparing + Kwaliteit van voorbereidingsproces zal stijgen	- Geen tijdsbesparing voor CHL2 - Verschil in methoden van CHL1 en CHL2
2 Huidige grens tussen CHL1 en CHL2 verleggen.	+ Kwaliteit van voorbereidingsproces zal stijgen	- Totale doorlooptijd stijgt - Ingrijpende verandering in de organisatie - Inleren van vaste medewerkers

Alternatief	Voordelen	Nadelen
3 Materiaal verschuiven. Materiaal bevestigen wanneer een gat open gelaten moet worden.	+ Kwaliteit van voorbereidingsproces zal stijgen + PIB en VGB minder complex	- Ingrijpende wijzigingen in de layout van de TF - Montage op CHL1 niet altijd mogelijk
4 Aparte gaten opvoeren voor bepaalde componenten (remgoten).	+ Kwaliteit van voorbereidingsproces zal fors stijgen + Minder nazorg + Reductie complexiteit (minder varianten)	- In samenspraak met PO - Hoge kosten - Vooronderzoek vereist

Figuur 29: Alternatieven voor een betere afstemming van CHL1 en CHL2

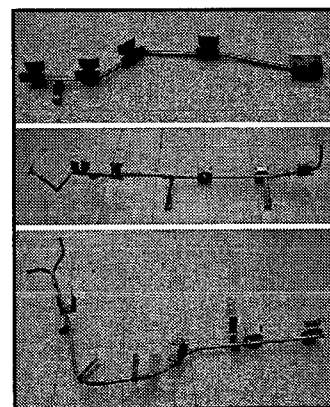
Alternatief 4 geniet de voorkeur van bovengenoemde alternatieven.

Door de medewerkers van CHL1 en CHL2 is een inschatting gemaakt van de maximale besparing die gerealiseerd kan worden bij het opvoeren van aparte gaten voor remgoten. De maximale besparing van de benodigde voorbereidingstijd voor CHL1 is 50%. Voor CHL2 ligt dit percentage beduidend lager, maar een maximale besparing van 10% kan gehaald worden.

Dit alternatief heeft ook grote gevolgen voor PO. Het hoofd van de verantwoordelijke constructiegroep was tijdens een bespreking van dit alternatief overwegend positief. Wel wordt benadrukt dat dit niet direct op korte termijn ingevoerd kan worden, maar pas bij nieuwe grote productprojecten. Projecten in de nabije toekomst zullen het huidige en bekende spoor volgen. Er zal door PO alleen constructief ingegrepen worden als het niet anders kan. Deze werkwijze wordt opgelegd door de capaciteitsproblemen bij PO en de grote vrijgiftedruk.

De eigenschappen van de huidige remgoten zijn hieronder opgesomd. Hieruit blijkt dat het grote voordeel van de huidige remgoten de kwaliteitszekerstelling is omdat het bevestigen van deze remgoten manonafhankelijk is. De eigenschappen zijn:

- **Complex:**
Een aantal remgoten zijn erg complex. Hierdoor kunnen ze soms moeilijk handelbaar zijn. Door de complexiteit zijn ze erg specifiek waardoor veel verschillende varianten ontstaan. In figuur 32 zijn een drietal remgoten gefotografeerd waarbij de complexiteit duidelijk te zien is. Niet alle remgoten zijn zo complex als op de foto's.
- **Duur:**
De remgoten kennen een uitgebreid fabricageproces met een groot aantal bewerkingstappen. Daarnaast wordt hoogwaardig materiaal gebruikt omdat ze vaak op krachtverbindingen bevestigd worden. Deze verbindingen worden met een hoog koppel aangetrokken, waarbij materiaal van een lagere kwaliteit zou vervormen.
- **Wijzigingsgevoelig:**
Bijna de helft van de fouten (47,62%) met betrekking tot de K-balk worden veroorzaakt door goten. De vele fouten leiden tot veel nazorgactiviteiten bij zowel PO als bij PE-TF. De remgoten zijn dus erg wijzigingsgevoelig.
- **Betrouwbaar:**
De huidige leidinggoten zorgen voor een betrouwbare leidingloop. De leidingen kunnen maar op één manier door het chassisraam geleid worden. Hierdoor wordt een manonafhankelijk proces gecreëerd waarbij de kwaliteit van de output constant verondersteld mag worden.



Figuur 30: Verschillende remgoten

8.2. Product Ontwikkeling vs. Product Engineering

De communicatie tussen PO en PE-TF dient te geschieden op basis van vrijgegeven tekeningen. De medewerkers van beide afdelingen delen dezelfde mening; de communicatie tussen PO en PE-TF is niet optimaal. De grote werkdruk is volgens de medewerkers van beide afdelingen één van de oorzaken van de slechte communicatie. Daar komt ook de grote fysieke afstand tussen de twee afdelingen bij. De telefoon en e-mail zijn hierdoor de twee belangrijkste communicatiemiddelen geworden. Natuurlijk worden er ook afspraken gepland, maar men kan niet zomaar even bij elkaar binnen lopen.

Daarnaast hebben de afdelingen PO en PE-TF een andere insteek met betrekking tot het ontwikkelen en produceren van voertuigen. Ook de doelstellingen per afdeling komen niet met elkaar overeen. Dit leidt vaak tot felle discussies in plaats van een goede samenwerking tussen de twee afdelingen.

8.2.1. Insteek en doelstellingen van PO en PE-TF

De afdelingen PO en PE-TF hebben een andere omsteek met betrekking tot het ontwikkelen, voorbereiden en maken van een voertuig. PO wil een technisch goed voertuig ontwikkelen op basis van het PDB. Dit voertuig moet zo goedkoop mogelijk gemaakt worden terwijl dit niet ten koste gaat van de kwaliteit. PE-TF wil dat een voertuig in de fabriek eenvoudig te assembleren is waarbij de kans op fouten minimaal is. Standaardisatie van de verschillende voertuigtypen is hierbij zeer belangrijk. Voor de medewerkers van de Truckfabriek is het makkelijker, indien het maken van nieuwe voertuigtypen veel overeenkomsten heeft met oudere voertuigtypen, de onderdelen op een vergelijkbare manier gemonteerd kunnen worden.

De doelstelling van PO is het ontwikkelen van een voertuig, met:

1. een zo laag mogelijke kostprijs
2. zo min mogelijk capaciteit
3. zo min mogelijk nazorg

De twee voornaamste doelstellingen van PE-TF zijn [lit.: POL03]:

1. Het verlagen van de uren per truck. Dit is in feite de productiviteitsverbetering. Het aantal uren per truck moet dalen van 48,6 in 2002 naar 45,6 in 2003.
2. Verhogen van de kwaliteit. De kwaliteitsprestatie wordt vastgelegd in het PQI getal. De doelstelling van 2003 is het verlagen van het PQI getal van PQI 8,5 naar PQI 4,9.

Het aantal uren per truck is vaak in strijd met het ontwerp dat PO gemaakt heeft, omdat PO niet altijd kijkt naar de eenduidigheid van de verschillende voertuigtypen en de assembleerbaarheid in het productieproces. Voorstellen van PO die leiden tot een kostenverlaging, leiden dikwijls tot een moeilijker assemblageproces.

Het verminderen van de capaciteit die door PO aan nazorg wordt besteed, is in strijd met het verhogen van de kwaliteit door PE-TF. Aanpassingen aan stuklijsten en tekeningen blijven noodzakelijk om bijvoorbeeld de kwaliteit te verbeteren. Als de beschikbare capaciteit voor nazorg bij PO vermindert, is er minder tijd beschikbaar voor het oplossen van problemen die leiden tot een toename van het PQI-getal.

Aanpassingen die leiden tot het verlagen van het PQI-getal worden bij PO pas doorgevoerd als aangetoond kan worden dat de opbrengsten die hiermee voor DAF Trucks N.V. gerealiseerd worden opwegen tegen de kosten voor het aanpassen van de stuklijsten en tekeningen. Omdat het PQI-getal zich niet in geld uit laat drukken, is het erg moeilijk de besparingen voor DAF Trucks N.V. te kwantificeren zijn. Voor PE-TF is het op deze manier heel moeilijk PO te overtuigen dat een bepaalde constructie omwille van een kwaliteitsverbetering aangepast dient te worden.

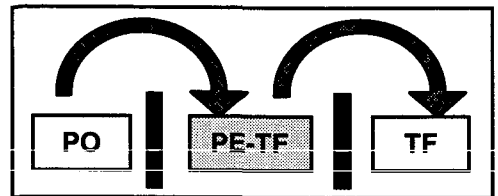
Een aanpassing kan ook leiden tot montageproblemen in de fabriek. De oplossing die PO aan draagt is het voertuig met wat meer aandacht te behandelen in de Truckfabriek. Dit is in strijd met de eenduidigheid van de instructies en zal leiden tot frustraties in de fabriek.

De doelstellingen van de twee afdelingen zijn strijdig met elkaar, dit kan leiden tot felle discussies. Hierdoor wordt het samenwerken tegen gegaan.

8.2.2. Samenwerking in theorie

Bedrijven bestaan uit een reeks componenten (afdelingen) die samen een systeem vormen. De interactie van de componenten teneinde het doel te verwezenlijken, is het proces. Maar de interactie wordt vaak niet gestimuleerd. Door het denken volgens de hokjescultuur is alleen de eigen afdeling belangrijk. Afdelingen worden beoordeeld op basis van de eigen winst- en verliesrekeningen of op basis van de gehaalde doelstellingen. Afdelingen vinden alleen de eigen resultaten belangrijk omdat ze daarop afgerekend en beoordeeld worden door het management. Afdelingen geven producten aan elkaar door zonder zich om elkaar te bekommeren. Ze kunnen elkaar wel helpen maar hebben het te druk met hun eigen problemen.

Volgens Dr. Deming is er door samenwerking veel meer te bereiken. Door de jaren heen heeft het management in het bedrijfsleven een werkwijze gevolgd die barrières heeft opgeworpen. Door de ene afdeling met de andere te laten wedijveren heeft het management muren geplaatst die de samenwerking onmogelijk maken, zie figuur 33.



Figuur 31: Barrières tegen samenwerking

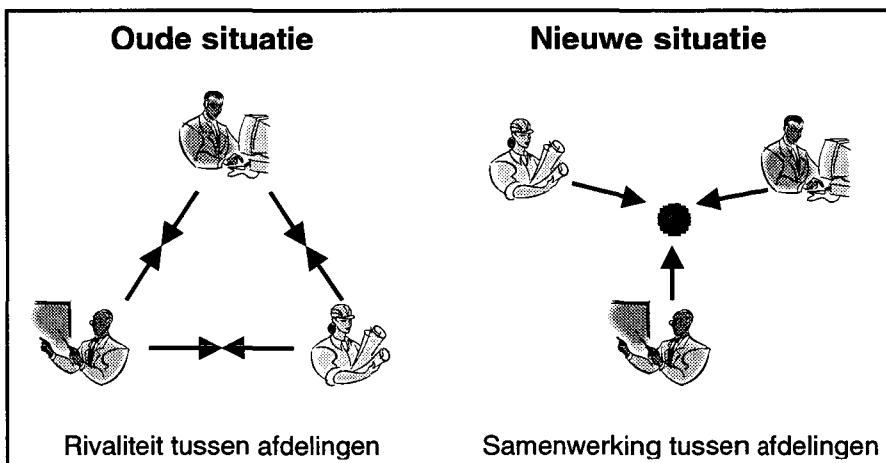
Het management zou een sfeer van samenwerking moeten creëren. Zonder de barrières zal de productiviteit toenemen. De afzonderlijke afdelingen werken voor hetzelfde concern. Waarom is dan de interne concurrentie heviger dan de externe concurrentie? Verbeteringen bij de ene afdeling leiden tot problemen bij de andere afdeling. Hierdoor wordt een bedrijf gesuboptimaliseerd. Het management brengt schade toe door middel van de volgende punten [lit.: LAT96]:

- Iedereen wordt tegen elkaar uitgespeeld en vestigingen worden tegen elkaar opgezet.
- Personen en afdelingen worden bij hun beoordeling onderling vergeleken
- Iedere leverancier is een vijand (ook interne leveranciers).
- Iedere afdeling doet haar uiterste best maar houdt geen rekening met de gevolgen voor andere afdelingen.
- Als er iets verkeerd loopt, proberen afdelingen zichzelf vrij te pleiten.

De reden waarom er niet samengewerkt wordt is volgens Dr. Deming dat medewerkers bang zijn om hulp te vragen aan andere afdelingen. Als ze om hulp vragen lijkt het alsof ze hun vak niet verstaan. Door de geringe communicatie tussen de verschillende afdelingen, 'weet de ene hand niet wat de andere doet'.

Dr. Deming stelt voor dat mensen moeten samenwerken en niet bang mogen zijn om hun nek uit te steken zonder dat ze direct terug gefloten worden. De samenwerking tussen afdelingen moet gebeuren op basis van teams. De teams zoals beschreven door Dr. Deming om de problemen van de toekomst op te lossen, zijn vergelijkbaar met methodieken als 'Simultaneous Engineering' en 'Quality Function Deployment'.

In figuur 34 is schematisch de oude en nieuwe manier van interactie tussen afdeling weergegeven.



Figuur 32: Oude en nieuwe situatie van interactie tussen afdelingen [lit.: LAT96]

8.3. Conclusies

Tijdens gesprekken met medewerkers van de afdelingen PO en PE-TF komt naar voren dat de slechte communicatie een oorzaak kan zijn voor de kwaliteitsproblemen. Over het verbeteren van communicatiestromen als gevolg van kwaliteitsproblemen is volgens een expert op het gebied van organisatiewetenschappen geen bruikbare literatuur beschikbaar. Om dergelijke problemen op te lossen, moet gebruik gemaakt worden van 'gezond verstand'. Dit zal gebeuren met medewerking van de medewerkers zelf vanwege de grote ervaringskennis.

Een voorbeeld van slechte communicatie wordt al direct gevonden binnen de afdeling PE-TF.

De splitsing tussen CHL1 en CHL2 is een van de oorzaken van de fouten die in de Truckfabriek aan het licht komen. In feite wordt dus door CHL1 en CHL2 hetzelfde werk verricht, maar de manier van werken en het vastleggen van deze informatie is anders. De hoeveelheid werk die dubbel uitgevoerd wordt, kan niet worden geschat. De spreiding in de hoeveelheid dubbel werk bij de verschillende voertuigtypes is groot. In een overleg met een medewerker van CHL1, CHL2 en een senior is gebrainstormd over mogelijkheden om de twee lijndelen beter op elkaar af te stemmen.

Alternatief 4: Het opvoeren van aparte gaten voor bepaalde componenten, die de voorkeur geniet, wordt in hoofdstuk 9 verder uitgewerkt.

Ook op afdelingsniveau is de samenwerking minimaal.

De grote druk en de grote hoeveelheid werk zijn volgens de medewerkers onder andere de oorzaken voor de slechte communicatie tussen PO en PE-TF. Daar komt ook de grote fysieke afstand tussen de twee afdelingen bij. De telefoon en e-mail zijn hierdoor de twee belangrijkste communicatiemiddelen geworden. Natuurlijk worden er ook afspraken gepland, maar men kan niet zomaar even bij elkaar binnen lopen.

Daarnaast hebben de afdelingen PO en PE-TF hebben een andere insteek met betrekking tot het ontwikkelen en produceren van voertuigen. Ook de doelstellingen per afdeling komen niet met elkaar overeen. Dit leidt vaak tot felle discussies in plaats van een goede samenwerking tussen de twee afdelingen.

Dus op dit moment wordt bij DAF Trucks N.V. suboptimalisatie bevorderd in plaats van samenwerking.

Met behulp van aangeraden literatuur is aangetoond dat contraproductieve strategieën vervangen kunnen worden door werkelijke samenwerking, procesverbetering en productiviteit op de lange termijn.

9. *Verbeteringsvoorstellen*

In de hoofdstukken 5 tot en met 8 zijn de problemen met betrekking tot het voorbereidingsproces van de langsliggers geanalyseerd. Naast het eigenlijke voorbereidingsproces van de afdeling PE-TF, is ook de input voor dit proces, de output van dit proces en de communicatiestromen tussen verschillende afdelingen geanalyseerd. Voor deze problemen zijn verbeteringsvoorstellen opgesteld. De opbouw van dit hoofdstuk is hetzelfde als de opbouw van de hoofdstukken 5 tot en met 8. Deze opbouw is grafisch weergegeven in figuur 1.

9.1. *Proces PE-TF*

Door de jaren heen is de huidige manier van voorbereiden ontstaan. De meeste optimalisaties zijn al door de medewerkers zelf aangedragen en doorgevoerd. Enkele optimalisaties kunnen door middel van automatisering of een andere manier van werken nog doorgevoerd worden. Om het huidige voorbereidingsproces goed te kunnen analyseren is de huidige manier van werken met behulp van stroomschema's in kaart gebracht. Door de hoge mate van detaillering blijken deze stroomschema's een nuttig naslagwerk te zijn voor onder andere nieuwe medewerkers van CHL1. Met behulp van de process map kunnen activiteiten getraceerd worden die zorgen voor vervuiling van het proces. Deze activiteiten moeten zoveel mogelijk gereduceerd of geëlimineerd worden.

9.1.1. *Elimineren van activiteiten*

Voor het bepalen van een gatenpatroon, moeten veel activiteiten doorlopen worden. Een aantal activiteiten heeft betrekking op de controle van de input van PO. De toepassingen die in de tabel op de langsliggertekening staan mogen alleen als hulpmiddel gebruikt worden, de componenttekeningen zijn bindend. Indien de toepassingen in de tabel op de langsliggertekening gebruikt zou mogen worden voor de voorbereiden, kunnen de stappen 13, 14, 15, 18, 19 en 20 geëlimineerd worden. De detailtekening van de componenten hoeft niet meer opgezocht en geraadpleegd te worden. De voorbereidingstijd zou hierdoor verkort worden. Het elimineren van deze activiteiten zal een besparing van € 128.640,- realiseren voor PE-TF. Zie voor meer informatie over dit onderwerp paragraaf 9.2.1.

Ondanks dat het maken van schetsen geen ingewikkeld of tijdrovend proces is, zijn er toch activiteiten die geëlimineerd zouden moeten worden. Processtap 45: het omzetten van de Autocad-file naar het zogenaamde AFP-formaat heeft geen toegevoegde waarde voor PE-TF Deze stap moet gedaan worden om het mogelijk te maken de schets op de orderkaart te kunnen printen. De taak van PE-TF is het maken van schetsen. PE-TF heeft niet de verantwoordelijkheid om ervoor te zorgen dat de schets op de orderkaart kan komen.

De handelingen die uitgevoerd moeten worden voor de omzetting van de Autocad-file naar het AFP-formaat lijken uitermate geschikt voor automatisering. Omdat het allemaal simpele en elkaar opvolgende handelingen zijn, zou het heel goed mogelijk moeten zijn, deze processtap door middel van een macro te automatiseren.

Indien het maken van schetsen geautomatiseerd zou kunnen worden, kunnen de processtappen 42 tot en met 47 hierdoor geëlimineerd worden. Mogelijkheden voor het automatiseren van het maken van de schetsen moeten nog verder onderzocht worden. In paragraaf 7.3. zijn alternatieven besproken om het voorbereidingsproces te vereenvoudigen of het laten genereren van een kwalitatief hogere output, door gebruik te maken van een bepaalde mate van automatisering. Hierbij kunnen de alternatieven 6 tot en met 8 kunnen gezien worden als drie opeenvolgende processtappen in een proces om het voorbereidingsproces te automatiseren.

9.1.2. *Overige ideeën*

Deze ideeën voor aanpassingen aan het voorbereidingsproces zijn tot stand gekomen nadat ik zelf een chassisraam gebaseerd heb en aan de hand van opmerkingen van medewerkers van CHL1 van PE-TF.

1. Reduceren overbodige varianten:

Het kan voorkomen dat in de moederrol overbodige varianten of overbodige *selko's* bij de definitie van varianten in kopjes, opgenomen zijn. Dit resulteert in erg complexe handelingen en varianten waardoor eventuele nazorg op deze handelingen te veel capaciteit kost.

Een mogelijke oorzaak voor het ontstaan van deze overbodige *selko's* is het kopiëren van handelingen uit een bestaande moederrol. Omdat de nieuwe handeling vrijwel identiek is aan een oude, wordt deze gekopieerd. Kleine verschillen, worden niet verwijderd en leiden tot onoverzichtelijke handelingen. Daarnaast ontstaan er ook overbodige *selko's* door wijzigingen in de stuklijsten tijdens een update.

Het verwijderen van de overbodige varianten en *selko's* uit de kopjes zou een overzichtelijkere en daardoor een duidelijkere moederrol opleveren. Een mogelijkheid om de overbodige varianten en *selko's* te reduceren zou zijn om door middel van de MUI (automatisch) de moederrollen te laten controleren. De MUI geeft namelijk de mogelijkheden van varianten per voertuigtype weer, samen met eventuele uitsluitingen of verplichte keuzes.

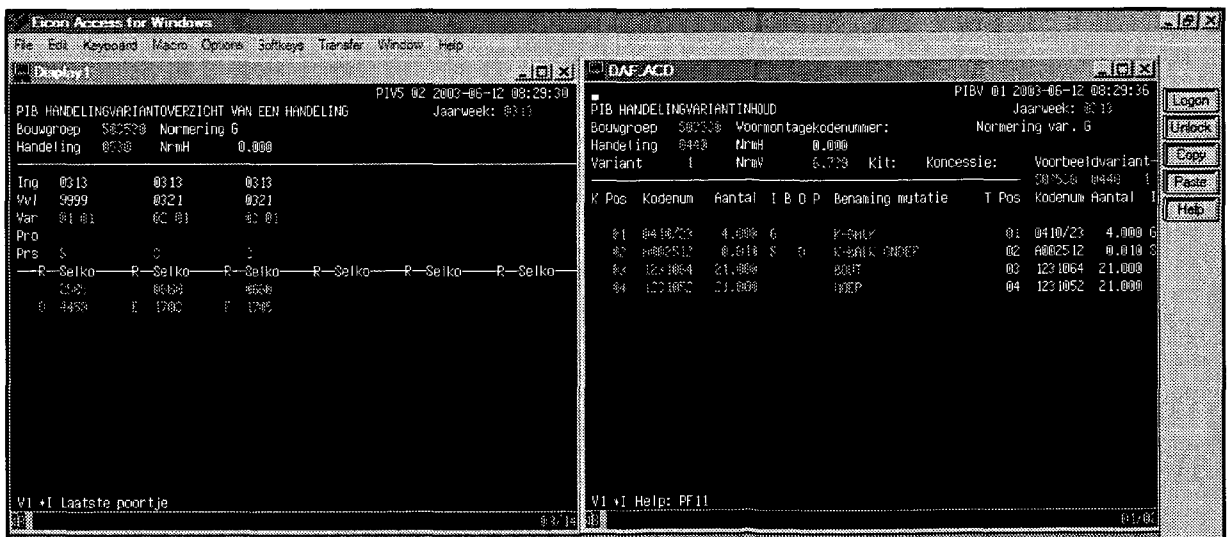
2. Twee sessies van Eicon Access:

Bij het verpsonen van de gegevens van de FAD95 waarvan ik het chassisraam voorbereid heb, miste ik de mogelijkheid om met twee of meerdere sessies van Eicon Access te werken. Het werken met meerdere sessies kan een nuttige aanvulling zijn op de huidige werkwijze van de medewerkers van PE-TF omdat het tegen gaat dat dezelfde informatie opnieuw in de velden ingevuld moet worden wanneer even een zijsprong naar andere taken gemaakt moet worden.

Indien gewenst, is het mogelijk om met meerdere sessies van Eicon Access te werken. Een voorwaarde hiervoor is dat een gebruiker over meerdere 'aanlog keys' beschikt. De medewerkers van PE-TF werken nu met één 'aanlog key' en dan is dit niet mogelijk. Het aanvragen van meerdere 'aanlog keys' is mogelijk voor alle medewerkers van DAF Trucks N.V. met een eigen registratienummer, dus ook voor medewerkers van PE-TF.

Met één 'aanlog key' moet iedere taak opnieuw opgestart worden en alle benodigde gegevens (zoals uitvoeringsjaarweek, setnummer, handelingsnummer, enz.) moeten steeds opnieuw ingevuld worden om toegang tot de juiste informatie te krijgen. Met meerdere sessies kan eenvoudig gewisseld worden tussen meerdere taken zonder dat elke keer hetzelfde pad doorlopen moet worden om over de juiste informatie te beschikken. Op deze manier kan in het ene scherm informatie opgezocht worden die gebruikt kan worden in het andere scherm.

In figuur 33 is een afdruk van het scherm weergegeven waarin twee sessies open staan. In het linker scherm is een overzicht van de verschillende varianten met de bijbehorende *selko's* van een bepaalde handeling weergegeven. In het rechter scherm is van de eerste variant de inhoud weergegeven. Door nu in het rechterscherm een andere variant te kiezen, blijft het overzicht van het aantal handelingen en wanneer ze toegepast worden in het linkerscherm behouden.



Figuur 33: Schermafdruk met twee sessies

3. Moederrol weergave in Eicon Access:

Een soortgelijke weergave van handelingen als in de moederrol, is niet beschikbaar in Eicon Access. Bijlage 13 laat een voorbeeldhandeling uit de moederrol zien. De opbouw van een handeling uit de moederrol is schematisch weergegeven in figuur 34. De afzonderlijke schermen zijn wel beschikbaar, maar een compleet overzicht van een handeling niet.

PIV5 Kop van een handeling met het aantal varianten en selko's die de varianten definiëren					
PIV1 Tekstregels	PIBV Handelingvariantinhoud				PIV2 Opmerkingen en gereedschap
	var. 1	var. 2	var. 3	var. 4	

Figuur 34: Schematische opbouw van een handeling in de moederrol

Uit verschillende gesprekken met medewerkers van PE-TF is naar voren gekomen dat het handig zou kunnen zijn een soortgelijk overzicht beschikbaar te hebben in Eicon Access. Alle informatie betreffende een handeling is dan beschikbaar in één overzicht. Dit voorkomt het steeds op en neer bladeren tussen de verschillende schermen. De verschillen tussen de varianten zijn in één oogopslag te zien en ook de selko's die de varianten definiëren, zijn zonder het oproepen van een ander scherm beschikbaar.

Het weergeven van een soortgelijke weergave is niet mogelijk binnen Eicon Access omdat de breedte van het scherm niet groot genoeg is om alle tekens op het scherm weer te geven. Er kunnen maximaal 80 karakters in de breedte weergegeven worden. Om alle tekstregels, varianten en opmerkingen/gereedschappen op het scherm weer te geven is meer plaats nodig. Het werken met meerdere schermen zou een goede oplossing zijn. Het gewenste totaaloverzicht is dan redelijk goed te benaderen.

9.2. Input van Product Ontwikkeling

De afdeling PE-TF verzorgt niet alleen de vertaling van de stuklijsten en tekeningen naar bruikbare werkinstructies voor de Truckfabriek, maar het lijkt erop dat ze ook de controle van de input van PO verzorgen.

Samen met de medewerkers van CHL1 zijn de grootste problemen met betrekking tot de input van PO voor de voorbereiding van langsliggers opgesteld, deze problemen zijn besproken in hoofdstuk 6 en de verbeteringsvoorstellen voor deze problemen worden in deze paragraaf behandeld.

9.2.1. Aanpassen van de tabel op de langsliggertekening

In de huidige situatie dienen de toepassingen in de tabel op de langsliggertekening geverifieerd te worden met de componenttekeningen. De tabel mag volgens de afdeling PO alleen gebruikt worden als hulpmiddel, de componenttekeningen zijn bindend.

Om een reductie van de voorbereidingstijd en een kwaliteitsverbetering te realiseren, dienen twee wijzigingen aan de tabel op de langsliggertekening aangebracht moeten worden, namelijk:

1. De toepassingen in de tabel op de langsliggertekening moeten bindend zijn in plaats van de componenttekeningen.
2. Het opsplitsen van de tabel op de langsliggertekening naar een linker en rechter zijde.

De tijd die medewerkers van PE-TF besteden aan het verifiëren van de gereserveerde gaten in de tabel op de langsliggertekening met de componenttekeningen, vervalt omdat PO gedwongen wordt de

informatie correct aan te leveren zodat fouten in de input van PO niet meer gedetecteerd hoeven worden. Doordat de input die van PO verkregen wordt 100% correct is, zal de kwaliteit van het voorbereidingsproces stijgen omdat eventuele fouten van PO niet overgenomen worden in het voorbereidingsproces. Door een kwalitatief betere voorbereiding zal de benodigde tijd voor nazorgactiviteiten dalen.

Doordat de medewerkers van PE-TF een beter totaaloverzicht hebben over de mogelijke varianten, kunnen de overbodige varianten door het raadplegen van de MUI eruit gefilterd worden, waardoor de kwaliteit van de voorbereiding zal stijgen.

Het kwantificeren van dit impact van dit verbeteringsvoorstel is erg moeilijk. Medewerkers van PE-TF hebben een schatting gemaakt van de afname van de benodigde voorbereidingstijd. Ze schatten dat de benodigde capaciteit van PE-TF zal dalen met maximaal 30% per jaar.

Om dit uit te kunnen drukken in manuren of geld, is gekeken naar de indirectenbegroting van PE-TF voor 2003, die opgenomen is in bijlage 24. Bij 'Updates/VOW's' in de categorie operationele activiteiten zijn de langsliggertekeningen nodig en moeten meegenomen worden bij de inschatting. Hiervoor zijn 6.200 uren begroot. Bij alle productprojecten (behalve 10.651 en 10.219) zijn de langsliggertekeningen nodig. Hiervoor zijn 7.200 uren (= 9.450 - 750 - 1.500) begroot.

In totaal worden dus 13.400 uren begroot voor het voorbereiden waarbij gebruik gemaakt wordt van de langsliggertekening. Als de capaciteit zal dalen met maximaal 30%, betekent dat er maximaal 4.020 uren (à € 32,- per uur) bespaard kan worden door het invoeren van dit verbeteringsvoorstel.

Voor een integrale besparing voor DAF Trucks N.V. dienen de kosten voor PO voor het splitsen van de tabel in een linker- en rechterzijde en het bindend maken van de toepassingen hiervan afgetrokken worden. Waarschijnlijk zal de capaciteit bij PO moeten stijgen om dit verbeteringsvoorstel te kunnen realiseren. Als deze kosten bekend zijn kan de integrale besparing voor DAF Trucks N.V. bepaald worden.

In een bespreking met PO is dit voorstel behandeld. Maar de constructeurs die verantwoordelijk zijn voor het ontwikkelen van de chassisramen, en dus de langsliggertekeningen (inclusief tabel) maken, steunen dit verbeteringsvoorstel niet en durven geen inschatting van de benodigde extra ontwikkelcapaciteit te maken. Ze zijn bang dat ze compleet verantwoordelijk gehouden worden voor de gaten die door andere constructeurs gereserveerd worden.

**Dit verbeteringsvoorstel bespaart maximaal € 128.640,- per jaar voor PE-TF.
De kosten voor de afdeling PO zijn onbekend.**

9.2.2. Automatisch basis-afgeleide

Het basis-afgeleide principe wordt niet correct toegepast. In de afgelopen vier jaar is het percentage afgeleide stuklijsten met ruim 4% afgenomen. Er is aangetoond dat het aantal basissen met maximaal 66% gereduceerd kan worden. Indien het basis-afgeleide principe correct toegepast wordt zijn flinke besparingen te realiseren voor zowel de afdeling PO als PE-TF. Het ontwikkelen en voorbereiden met behulp van een correcte basis-afgeleide structuur zal een zekere tijds winst opleveren. Daarnaast zal ook het aantal fouten kleiner zijn vanwege een betere vergelijkbaarheid van stuklijsten. Een kwaliteitsverbetering levert weer minder benodigde tijd voor nazorgactiviteiten op. Het verbeteringsvoorstel is:

**Zorg ervoor dat het basis-afgeleide principe correct toegepast wordt.
Pas de programmatuur aan zodanig dat de stuklijsten volgens dit principe automatisch gerealiseerd kunnen worden.**

De twee eisen die ook door het mainframe in acht genomen moeten worden, zijn:

1. Componenten dienen gebruik te maken van hetzelfde tekeningnummer.
2. 50% van de stuknummers komen met elkaar overeen.

Volgens medewerkers van de afdeling PO zijn er mogelijkheden aanwezig binnen het huidige mainframe om de basis-afgeleide structuur te realiseren. De systeemaanpassing zou een combinatie moeten zijn van de transacties SW02 en GT01.

De transactie SW02: 'overzicht streepwijzigingen en productnummers van tekening' achterhaalt de samenstellingen die gebruik maken van hetzelfde tekeningnummer. Vervolgens kan de transactie GT01: 'verschillen yellowline-part explosie TIS' de afwijkende en overeenkomende onderdelen uit twee stuklijsten bepalen. Indien het percentage overeenkomende onderdelen groter is dan 50% kan de stuklijst met behulp van de basis-afgeleide structuur weergegeven worden.

Opbrengsten

De opbrengsten voor zowel PO als PE-TF zijn gebaseerd op een groot project vergelijkbaar met het project 10.500. Indien het basis-afgeleide niet correct wordt toegepast, bestaan de kosten voor de Truckfabriek en PE-TF uit eenmalige kosten voor het voorbereiden en het verdwijnen van de jaarlijkse terugkerende kosten voor opknaptacties etc

De opbrengsten voor PO indien het basis-afgeleide automatisch kan geschieden, bestaan uit het verdwijnen van de kosten die gemaakt moeten worden om de stuklijsten handmatig volgens het basis-afgeleide principe op te bouwen [lit.: BRO98]. De totale kosten voor PO bestaat uit eenmalige kosten voor het handmatig opbouwen van stuklijsten volgens het basis-afgeleide principe, maar ook uit jaarlijks terugkerende kosten voor onderhoud enz.

Opbrengsten PE-TF indien basis-afgeleide principe wordt toegepast

1. De voorbereidingstijd van de instructies van stuklijsten zonder een basis-afgeleide structuur zal ongeveer 2 weken extra tijd in beslag nemen dan wanneer het basis-afgeleide principe wel wordt toegepast. Gemiddeld zal de doorlooptijd stijgen van 4 naar 6 weken per bouwgroep. Een groot project zal ongeveer op 10 bouwgroepen (sets) betrekking hebben.
2. De jaarlijkse kosten bestaan uit opknaptacties naar aanleiding van foutmeldingen uit de Truckfabriek. Geschat wordt dat er ongeveer 25 foutmelding per jaar aan het ontbreken van de basis-afgeleide structuur toegewezen kan worden. De benodigde tijd om deze foutmeldingen op te knappen, bedraagt ongeveer 2 tot 3 dagen, dus gemiddeld 2,5 dagen, per melding.
3. Soms is het uitzoeken met alleen basisstuklijsten onbegonnen werk, bijvoorbeeld componentgroep 1151 (aandrijfassen). Fouten die hierdoor ontstaan kunnen niet opgeknapt worden in een redelijke tijd en dienen daarom hersteld te worden in de Truckfabriek. De kosten voor het opvangen van fouten in de Truckfabriek, PE troubleshoot-activiteiten, productieverlies en service campagnes zijn drie maal zo hoog. Ongeveer 10 van de 25 foutmeldingen, leiden na een opknaptactie ook nog tot één van de bovengenoemde acties.

Omschrijving	Berekening	Uitkomst
1 2 weken extra capaciteit voor het voorbereiden van 10 sets (eenmalig)	$10 \cdot 2 \cdot 40 \cdot \text{€ } 32,-$	€ 25.600,-
2 25 opknaptacties per jaar met een gemiddelde doorlooptijd van 2,5 dagen (jaarlijks)	$25 \cdot 2,5 \cdot 8 \cdot \text{€ } 32,-$	€ 16.000,-
3 10 foutmeldingen herstellen in de Truckfabriek per jaar (jaarlijks)	$10 \cdot 2,5 \cdot 8 \cdot (3 \cdot \text{€ } 32,-)$	€ 19.200,-

Opbrengsten PO indien het basis-afgeleide principe geautomatiseerd kan worden

Omschrijving	Berekening	Uitkomst
15 weken extra capaciteit voor het opbouwen van stuklijsten volgens basis-afgeleide principe (eenmalig)	$15 \cdot 40 \cdot \text{€ } 32,-$	€ 19.200,-
12 weken per jaar voor onderhoud van de stuklijsten en 3 weken per jaar tbv suborders en inquiries (jaarlijks)	$(12 + 3) \cdot 40 \cdot \text{€ } 32,-$	€ 19.200,-

Kosten

De kosten voor het invoeren van dit systeem zullen bestaan uit de uren die benodigd zijn om de software aan te passen. Naast de eenmalige kosten voor het aanpassen van de programmatuur, zijn er ook jaarlijks terugkerende kosten voor het onderhouden van het mainframe die betrekking hebben op het aanpassen van het mainframe ten behoeve van het basis-afgeleide principe.

De systeembeheerders willen geen inschatting geven van de tijd die ze nodig hebben om de programmatuur aan te passen. Dus de kosten en daarmee de totale besparing, indien het basis-afgeleide principe ingevoerd zou worden, is nu niet te bepalen.

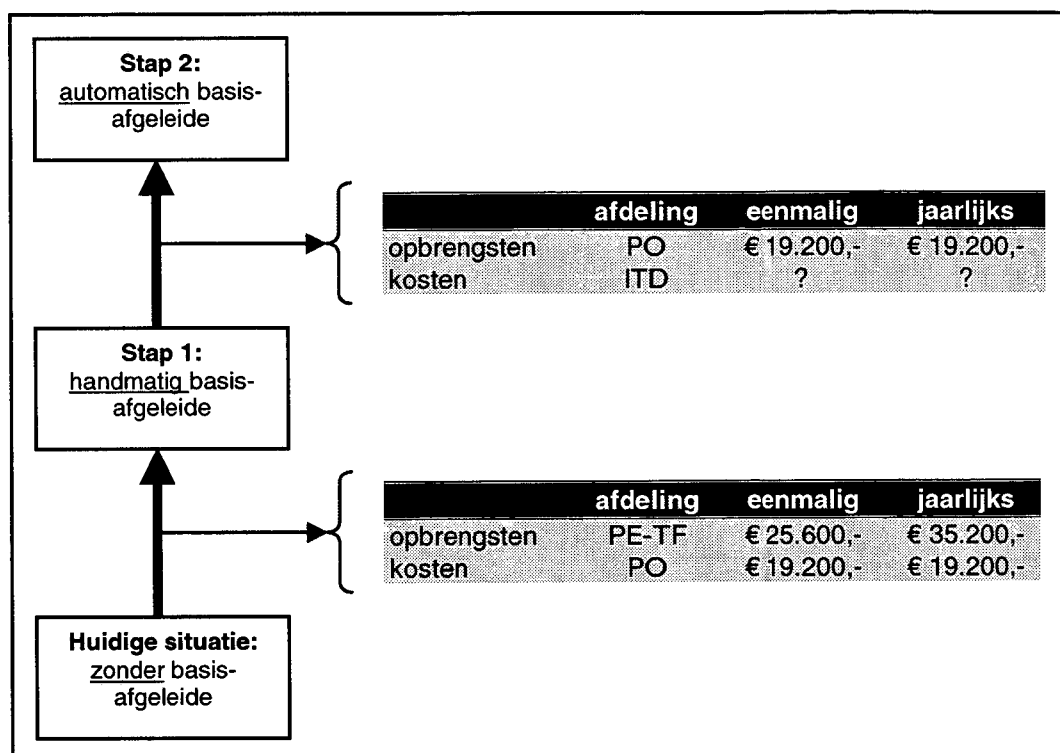
Voor een integrale besparing van DAF Trucks N.V. dienen de benodigde capaciteit voor de systeembeheerders vermenigvuldigd te worden met het standaard uurtarief voor het indirect personeel (€ 32,-) van de besparingen van PO en PE-TF afgetrokken te worden. Als deze kosten bekend zijn kan de integrale besparing voor DAF Trucks N.V. bepaald worden.

**Het correct toepassen van het basis-afgeleide principe bespaart PE-TF:
Eenmalig € 25.600,- en jaarlijks € 35.200,-**

**Het automatiseren van het basis-afgeleide principe bespaart PO:
Eenmalig € 19.200,- en jaarlijks € 19.200,-**

De kosten voor het aanpassen en onderhouden van de programmatuur zijn onbekend.

In onderstaande figuur wordt het stappenplan met betrekking tot het invoeren van de basis-afgeleide structuur weergegeven. De bijbehorende kosten en opbrengsten voor de verschillende afdelingen zijn per stap weergegeven.



Figuur 35: Stappenplan voor het invoeren van de basis-afgeleide structuur

9.2.3. Wijzigingen tijdens MYC slecht zichtbaar

Meer dan 50% van de wijzigingen die tijdens de MYC door gevoerd zouden moeten worden, worden door de medewerkers van CHL1 van PE-TF niet aangepast in de instructies en schetsen. Dit leidt tot fouten in de Truckfabriek.

In eerste instantie werd gedacht aan het gebruik van de applicatie LLOS voor de afdeling PE-TF. Helaas bleken zowel de applicaties LLOS en LAVOS onbruikbaar zijn voor de afdeling PE-TF om de wijzigingen tijdens de MYC zichtbaar te krijgen. Misschien is het mogelijk om de applicatie LAVOS aan te passen aan de wensen van PE-TF.

Tijdens een vergadering over de evaluatie van LLOS komt naar voren dat het eigenlijk niet voor zou mogen komen dat er voor PE-TF onbekende wijzigingen doorgevoerd worden. Er is in het verleden afgesproken dat alle wijzigingen vooraf gegaan zijn door een MAO, PAO, VOW, enz. Volgens een procedure bij PO moet de aansturing van de wijzigingen door de langsliggerontwikkelaars op een

officiële manier plaats vinden. Constructeurs van de componentgroepen moeten met PE-TF de wijzigingen afstemmen, maar dat gebeurt te weinig. Helaas door de grote werkdruk bij PO schiet deze afstemming er vaak bij in.

Dus eigenlijk zou de MYC geen verrassende wijzigingen op mogen leveren, omdat deze met elkaar afgestemd zouden moeten zijn. Omdat de MYC maar twee maal per jaar plaats vindt, kan het voorkomen dat een wijziging een half jaar voor de MYC afgestemd is. Ze worden dan simpelweg door PE-TF vergeten.

Een ander gevolg van de grote werkdruk bij PO is dat een aantal chassisraamtekeningen nog aangepast moet worden terwijl het gatenpatroon al aangepast is aan de gewenste situatie. De wijziging is al uitgevoerd alleen nog niet bijgewerkt in de tekeningen. Voor PE-TF is dit natuurlijk erg vervelend omdat de tekening die gebruikt wordt niet 'up-to-date' is. Het aanpassen van de chassisraamtekeningen heeft voor PO niet de eerste prioriteit en wordt pas uitgevoerd op het momenten dat ze tijd 'over' hebben.

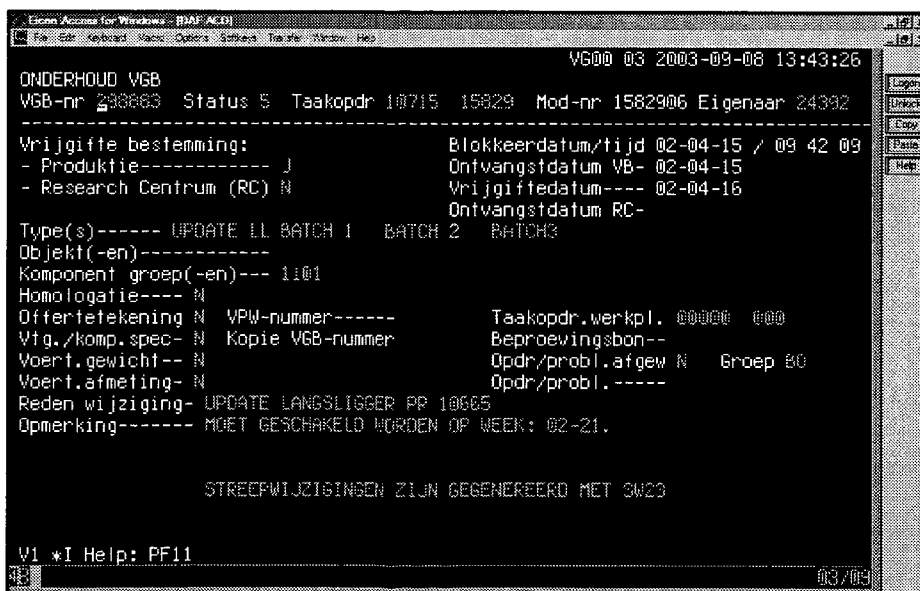
Indien PE-ers het op prijs stellen is er bij PO een overzicht van alle ingevoerde wijzigingen bekend. Deze lijst geeft een samenvatting van alle wijzigingen in de MYC. Al deze wijzigingen zijn voorzien van een nummer, dit nummer verwijst naar de corresponderende wijziging in het archief bij PO.

Daarnaast dienen alle wijzigingen te geschieden onder een modificatienummer. Aan de hand van dit modificatienummer kan in het mainframe de reden van wijziging opgezocht worden. De velden 'reden wijziging' en 'opmerking' worden niet naar alle tevredenheid van de medewerkers van PE-TF ingevuld. Een voorbeeld hiervan is in figuur 36 weergegeven. Het niet naar tevredenheid ingevuld zijn van het mainframe heeft een tweetal oorzaken:

- De tijdsdruk bij PO. Indien bij elke wijziging een complete beschrijving ingevuld zou worden, moet dit elke keer helemaal ingetypt worden. De constructeurs hebben hiervoor te weinig tijd.
- De velden zijn te klein. Het is niet mogelijk elke keer een goede beschrijving van de reden van wijziging in te vullen omdat men plaats te kort komt voor het compleet in te vullen.

Naast het toepassen van LLOS om de wijzigingen tijdens de MYC zichtbaar te krijgen is de bruikbaarheid van de applicatie LLOS onderzocht voor de voorbereiding van PE-TF.

Het grootste voordeel wat tijdens de bespreking naar voren kwam, is dat er binnen LLOS een verschil gemaakt is de linkse en de rechtse langsligger. Helaas kan de informatie uit LLOS alleen maar gebruikt worden als hulpmiddel want er mogen ook aan deze gegevens geen rechten ontleend worden. Dus de datafiles zouden op een zelfde manier gebruikt moeten worden als de tabel op de langsliggertekening. Bindend zijn de componenttekeningen en die moeten naast het gebruik van LLOS, ook nog geraadpleegd worden.



Figuur 36: Voorbeeld van de weergave van de reden van wijziging via transactie ER10

De bruikbaarheid van LLOS is onderzocht door het op twee pc's te installeren zodat het uitgebreid getest kon worden. Na de testperiode is het programma geëvalueerd op de bruikbaarheid voor PE-TF. De voor- en nadelen van LLOS zijn hieronder opgesomd:

Voordelen van LLOS:

1. Links en rechts, maar misschien is dat ook mogelijk voor de tabellen op de langsliggertekening indien er behoefte aan is.
2. Eenvoudig te bepalen welke varianten van een component op welke voertuigtypen voorkomen. Hiermee is veel eenvoudiger te bepalen op welke voertuigen een bepaalde wijziging betrekking zal hebben.

Nadelen van LLOS:

1. Toepassingen voor de gaten in de langsligger zoals vermeld in de tabellen en ook in LLOS zijn niet bindend. De componenttekeningen zijn bindend en dienen steeds geraadpleegd te worden. Naast VOG en Eicon Access moet er dan ook nog met LLOS gewerkt worden. LLOS wordt daardoor gezien als een aanvulling op de reeks applicaties waarmee de medewerkers van PE-TF al mee moeten werken.
2. Slechtere traceerbaarheid van de medewerker van PO die de componenten gemaakt of aangepast hebben. In geval van onduidelijkheden en problemen is niet meteen de goede constructeur te benaderen. In tegenstelling tot de ontwikkelde samenstellingen in LLOS moeten de componenttekeningen voorzien zijn van de naam van de constructeur.
3. Indien PE-TF het programma LLOS zou gaan gebruiken, kan dit voor PO een argument zijn voor het laten vervallen van de samenstellingtekeningen (ook van de langsligger). LLOS is dan namelijk de interactieve vervanger van deze samenstellingtekeningen. Communicatie tussen PO en PE-TF dient te geschieden op basis van vrijgegeven tekeningen.
4. Het is niet mogelijk voor gastgebruikers van LLOS om datafiles te creëren. Daarnaast beschikt LLOS niet over de toepassing om twee verschillende datafiles (bijvoorbeeld twee streepwijzigingen van een onderdeel) met elkaar te vergelijken.

Om toch de wijzigingen door de MYC beter zichtbaar te maken, dient PE-TF gebruik te maken van het wijzigingsoverzicht van PO. Mochten er onduidelijkheden zijn, kan via deze lijst het bijbehorende archief van PO geraadpleegd worden.

Wat misschien wel zou kunnen helpen bij de voorbereiding in plaats van de applicatie LLOS, is een overzichtstekening van het chassisraam met de belangrijkste componenten en varianten erop weergegeven. Deze tekening is niet officieel vrijgegeven maar wordt door de langsliggerontwikkelaars gebruikt als hulpmiddel, ook voor de medewerkers van PE-TF zou dit een hulpmiddel in het voorbereidingsproces kunnen zijn.

9.2.4. Relatielijst

Dit verbeteringsvoorstel heeft betrekking op het afdrucken van een overzichtelijkere relatielijst. Het genereren van een relatielijst met een zogenaamd '*kolommenframe*' blijkt niet mogelijk te zijn. Hiervoor zijn in het verleden al diverse pogingen ondernomen. Wel zijn er twee mogelijkheden om een soortgelijke weergave te creëren. Namelijk via de transactie L661 en ER10 in Eicon Access. Hieronder worden beide mogelijkheden beschreven.

Transactie L661

Er bestaat wel een mogelijkheid om toch een overzicht met de kolommen onder elkaar te krijgen. Dit is transactie L661: '*PIB kruisjeslijsten*', een transactie voor het aanvragen van kruisjeslijsten. De L661 kruisjeslijst slaat een overzicht van de TES regels op in MAID, waardoor een L675 transactie ontstaat. Hierna kunnen de ontbrekende *selko's* toegevoegd worden, maar dat kan alleen als ze standaard zijn voor het type. Een RL675 wordt gemaakt. Hiervan kan dan een afdruk gemaakt worden. Er worden alleen *selko's* weergegeven, dus zonder de benamingen.

In principe kan iedereen die de L661 kan inzetten, deze aanvragen. Het gaat niet helemaal automatisch omdat handmatig nog een actie moet worden uitgevoerd, dit kost echter weinig tijd. Het resultaat kan in een tekstfile opgeslagen worden. Omdat een tekstfile eenvoudig in MS Excel in te lezen is, zijn de *selko's*, met behulp van een database, om te zetten in selectienamen; indien gewenst.

Op de achterzijde van de originele relatielijst uit de kruisjeslijst staan ook de gebruikte *selko's* met benamingen weergegeven, zodat de betekenis van de *selko's* eenvoudig terug gezocht kan worden. Het resultaat van deze transactie is in figuur 37 weergegeven.

```

LRL675 AL675
KOMPONENT KEUZES FAB 5 INSTR. TYPE 20 1171 SEL: 0001
DAF-TRUCKS (C) 03-09-15 13 29 39 1
OKOMPNR 71 676 294 901 290 658 TRUCKTYPE JWK
O
M O N T A G E K O L O M M E N
1370290 3604 0220 G8548G 0341
1370290 3604 0220 G8548G 0341
1370292 6490 0220 6746 1384 3101 G8548G 0341
1370292 6490 0220 6746 1384 3101 G8548G 0341
1370292 6490 0220 6746 1387 G8548G 0341
1370292 6490 0220 6746 1387 G8548G 0341
1370292 6490 0220 6746 2486 3101 G8548G 0341
1370292 6490 0220 6746 2486 3101 G8548G 0341
1370292 6490 0220 6746 2948 G8548G 0341
1370292 6490 0220 6746 2948 G8548G 0341
1370292 6490 0220 6746 3411 G8548G 0341
1370292 6490 0220 6746 3411 G8548G 0341
1370293 6490 0220 6745 1384 4775 1601 G8548G 0341
1370293 6490 0220 6745 1384 4775 1601 G8548G 0341
1370293 6490 0220 6745 2469 4775 1601 G8548G 0341
1370293 6490 0220 6745 2469 4775 1601 G8548G 0341
1370294 6490 0220 6745 1384 4775 1603 G8548G 0341
1370294 6490 0220 6745 1384 4775 1603 G8548G 0341
1370294 6490 0220 6745 1387 G8548G 0341
1370294 6490 0220 6745 1387 G8548G 0341
1370294 6490 0220 6745 2486 4775 G8548G 0341
1370294 6490 0220 6745 2486 4775 G8548G 0341
1370294 6490 0220 6745 3392 1601 G8548G 0341
1370294 6490 0220 6745 3392 1601 G8548G 0341
1370294 6490 0220 6745 3411 G8548G 0341
1370294 6490 0220 6745 3411 G8548G 0341
    
```

Figuur 37: Relatielijst componentgroep 1171 voor set 20 (FTT85) mbv transactie L661

Transactie ER10

Via de transactie ER10: 'TES stuklijst componenttype → component', kan op het scherm wel de gewenste weergave van de relatielijst weergegeven worden. Deze weergave is duidelijker dan de weergave via de transactie L661.

```

RL253 JER10860 KomponentType Komp.frame 1 FlFTT 85 Groep 0110 S1184H
DAF-TRUCKS (C) 03-09-15 10 49 45 1
VR K ompNr Tal Modnr. V Date Selectiebenamingen Selektie-kodes
KGRP 1171 Vo.bescherm.
003 1370290 1 0642807 0249 Z.FUP BLDV.VA 3604 0220
006 1370293 1 0642807 0249 M.FUP BLDV.VA VLRECHT 11R22V1 TRAPAVR 156N 6490 0220 6745 2469 1601 4775
009 1370294 1 0642807 0249 M.FUP BLDV.VA VLRECHT 12R22V1 156N 6490 0220 6745 2486 4775
012 1370294 1 0642807 0249 M.FUP BLDV.VA VLRECHT 13R22V1 TRAPAVR 6490 0220 6745 3392 1601
015 1370294 1 0642807 0249 M.FUP BLDV.VA VLRECHT 298R2V1 PARBAVR 156N 6490 0220 6745 1384 1603 4775
018 1370293 1 0642807 0249 M.FUP BLDV.VA VLRECHT 298R2V1 TRAPAVR 156N 6490 0220 6745 1384 1601 4775
021 1370294 1 0642807 0249 M.FUP BLDV.VA VLRECHT 318R2V1 6490 0220 6754 1387
024 1370294 1 0642807 0249 M.FUP BLDV.VA VLRECHT 386R2V1 6490 0220 6745 3411
027 1370292 1 0642828 0337 M.FUP BLDV.VA VLDOORG 12R22V1 152N 6490 0220 6746 2486 3101
030 1370293 1 0642828 0337 M.FUP BLDV.VA VLDOORG 298R2V1 152N 6490 0220 6746 1384 3101
030 1370292 1 0642833 0337 M.FUP BLDV.VA VLDOORG 298R2V1 152N 6490 0220 6746 1384 3101
033 1370293 1 0642828 0337 M.FUP BLDV.VA VLDOORG 318R2V1 6490 0220 6746 1387
033 1370292 1 0642833 0337 M.FUP BLDV.VA VLDOORG 318R2V1 6490 0220 6746 1387
036 1370293 1 0642828 0337 M.FUP BLDV.VA VLDOORG 386R2V1 6490 0220 6746 3411
036 1370292 1 0642828 0337 M.FUP BLDV.VA VLDOORG 386R2V1 6490 0220 6746 3411
039 1370292 1 0111814 0341 M.FUP BLDV.VA VLDOORG 385R2V1 6490 0220 6746 2948

TOEPASSINGEN
Type Var Kmp. Benaming Ingang----- Verval----- S Selektiecode(s)
Num Grp. Mod.num Dat. Mod.num Dat. I
G8548G 003 0110 FTT8500XE CFN 0195900 0105
L8548G 003 0110 FTT8500XE CCN 0758210 0121
    
```

Figuur 38: Relatielijst componentgroep 1171 voor set 20 (FTT85) mbv transactie ER10

Naast de *selko's* worden ook de selectiebenamingen weergegeven. De volgende handelingen moeten worden uitgevoerd:

Start transactie TM00 op en vul in dit scherm de juiste typecode in. Bijvoorbeeld G8548G voor een FTT85. Druk op PF10. Typ in de top van het scherm "TES" en druk op PF8.

Typ nu in de top van het scherm de juiste componentgroep, bijvoorbeeld 1171, en druk op PF10. Selecteer de juiste componentgroep (meestal de eerste) en druk op PF8. Nu staat de juiste weergave op het scherm, alleen worden hier alleen de selectienamen weergegeven.

Wanneer de lijst afgedrukt wordt, worden ook de *selko's* weergegeven.

In figuur 38 is een afdruk via de transactie ER10 weergegeven.

De gewenste weergave zoals opgesteld in figuur 20 is het best te benaderen met een afdruk van de transactie ER10. Dus indien bij de voorbereiding de originele relatielijst van een componentgroep in de kruisjeslijst te onoverzichtelijk is, kan op bovenstaande wijze een overzichtelijkere relatielijst gemaakt worden.

Het afdrukken van de weergave via de transactie ER10 kost nagenoeg geen extra tijd. De medewerkers van CHL1 beweren dat een overzichtelijke relatielijst naast een verkleining van de foutkans ook de tijd, die benodigd is om de varianten uit te splitsen, verkort. Per saldo moet er dus een geringe tijds winst te behalen zijn. Door een kleinere foutkans zal de kwaliteit van het voorbereide werk toenemen. De medewerkers durven hiervan geen schatting te maken, maar doordat het maken van een dergelijke overzichtelijke kruisjeslijst nagenoeg geen extra tijd kost, is een uitgebreide kwantificering van het te verwachten resultaat niet noodzakelijk.

Een overzichtelijkere relatielijst kan via de transactie ER10 afgedrukt worden. De kwaliteit zal hierdoor stijgen en de voorbereidingstijd zal dalen. Maar het is onbekend hoeveel. De kosten zijn bijna nihil, omdat het maken van een dergelijke lijst nagenoeg geen extra tijd kost.

9.3. Output voor de Truckfabriek

Naar aanleiding van het ontbreken van bouten in de K-balk of 1° dwarsligger en het niet correct opvolgen van de wijzigingen tijdens de MYC, zijn tijdens een brainstormsessie een aantal alternatieve manieren van voorbereiden ontstaan.

In eerste instantie wordt het alternatief 1 (controle met terugkoppeling) gehanteerd. Deze methode was er arbeidsintensief en de reactietijd voor de medewerkers van CHL1 was erg kort. Daardoor is besloten een controle zonder terugkoppeling in te voeren totdat een betere methode gevonden was.

Uiteindelijk is na enkele vergaderingen met de betrokken partijen besloten een formulier op te stellen wat ingevuld dient te worden indien een fout gevulde K-balk of 1° dwarsligger bij de controle gesignaleerd wordt. Dit formulier is opgenomen in bijlage 25. Zo wordt toch weer terugkoppeling vanuit de Truckfabriek ontvangen en het zoekwerk kan op een later tijdstip plaats vinden, de medewerker van PE-TF hoeft niet meteen het voertuig op te knappen, want dat wordt door de Truckfabriek gedaan.

Om het proces van het vullen van de gaten in de K-balk en 1° dwarsligger goed te kunnen beheersen, is er een Six Sigma project opgestart dat het aantal voorbereidingsfouten drastisch moet verlagen. Doordat voor het verbeteren van dit proces een Six Sigma project wordt opgestart, wordt het belang van dit proces nogmaals onderkend.

9.3.1. Opmerkingen en adviezen naar aanleiding van de controle

Naar aanleiding van de controle van de K-balk of 1° dwarsligger op het ontbreken van bouten, kunnen de volgende opmerkingen gemaakt worden.

Controleer het proces, niet het product

DAF Trucks N.V. wil graag op kwaliteitsgebied het niveau van Six Sigma bereiken, maar het niveau van Six Sigma bij het correct monteren van de K-balk of 1° dwarsligger wordt nog lang niet gehaald. Er is aangetoond dat het huidige niveau tussen de 3 σ en 4 σ is.

De redenen om controles te vermijden zijn besproken in paragraaf 7.6. en zijn:

- Controles zijn niet goedkoop.
- Controles leveren niet het gewenste resultaat, namelijk geen effectiviteit van 100%.
- Controles hebben geen toegevoegde waarde voor het productieproces.

De controle zou dus van tijdelijke aard moeten zijn. Toch blijft de controle voorlopig noodzakelijk. De controle blijft aanwezig totdat de kwaliteit van het proces zeker gesteld kan worden. Maar wees niet te afhankelijk van intensieve controle, de meeste fouten en gebreken worden niet gedetecteerd! Zorg ervoor dat het proces stabiel is en laat het management procesverbeteringen aanbrengen die de controle overbodig maakt.

Proces-audit op controle

Na het bekend maken van de resultaten van de steekproef, bleek het probleem toch frequenter voor te komen dan van te voren gedacht was. Het ontbreken van de bouten in de K-balk of 1^e dwarsligger is een 'hot-item' geworden. Deze verhoogde aandacht zal van tijdelijke duur zijn, maar het is belangrijk om er voor te zorgen dat het niet verwatert.

Het is belangrijk dat een controleplan wordt opgesteld en dat er regelmatig audits uitgevoerd worden om zeker te stellen dat de controle zo effectief mogelijk zal zijn. Een procesaudit op de controleur, moet de werkwijze van de controleur zeker stellen, dus dat de controle op een goede manier door de controleur wordt uitgevoerd.

Deze procesaudits worden gehouden door de Kwaliteitsdienst (KD). Het auditten van de controletaken worden in een procesaudit van een cel meegenomen. Elke cel is bij een procesaudit één of twee keer op jaarbasis aan de beurt.

PQI-punten

De kans dat een onterecht goedgekeurd voertuig gedetecteerd wordt tijdens audits is klein.

Zoals reeds beschreven, vind de beoordeling van de kwaliteitsprestatie plaats op basis van het PQI getal. De doelstelling voor de Truckfabriek voor 2003 is om het PQI getal van 8,5 te verlagen naar 4,9 [lit.: POL03].

De veroorzaker van een fout, die tijdens een audit wordt geconstateerd, krijgt de PQI bijdrage toegewezen. Een hoofddoelstelling van de afdeling PE-TF is het verlagen van het PQI getal, zie ook paragraaf 8.2.1. Door de controle op de ontbrekende bouten in de K-balk of 1^e dwarsligger, kan de schuld verschoven worden van de afdeling PE-TF naar de controleur uit de Truckfabriek. Want de ontbrekende bout had gedetecteerd moeten worden bij het uitvoeren van de controle.

De indruk wordt gewekt dat het afbouwen van het PQI getal belangrijker is dan een zeker gesteld proces.

1. Gebruik het formulier van de boutenregistratie voor de terugkoppeling na het uitvoeren van de controle.
2. De productcontrole dient van tijdelijke aard te zijn totdat het proces zeker gesteld kan worden.
3. Laat de aandacht ten aanzien van de controle niet verslappen en zorg voor een goede proces-audit op controles.
4. Laat het management een procesverbetering aanbrengen.

9.4. Communicatiestromen

Volgens experts op het gebied van organisatiewetenschappen is er weinig bruikbare literatuur te vinden over het opnieuw inrichten van afdelingen en organisaties als gevolg van dit soort problemen. Oplossingen voor dergelijke problemen ontstaan door het gebruik van 'gezond verstand'.

9.4.1. Splitsing tussen CHL1 en CHL2

De brainstormsessie, om de afstemming tussen CHL1 en CHL2, te verbeteren heeft vier alternatieven opgeleverd. Alternatief 4: Aparte gaten opvoeren voor bepaalde componenten (bijv. remgoten), geniet de voorkeur van de vier alternatieven.

Door de medewerkers van CHL1 en CHL2 is een inschatting gemaakt van de maximale besparing die gerealiseerd kan worden bij het opvoeren van aparte gaten voor remgoten. De maximale besparing van de benodigde voorbereidingstijd voor CHL1 is 50%. Voor CHL2 ligt dit percentage beduidend lager, maar een maximale besparing van 10% kan gehaald worden.

Om toch een inschatting van de besparing te kunnen maken, is gebruik gemaakt van de indirectenbegroting van PE-TF voor 2003, die opgenomen is in bijlage 24. Hieruit bleek dat in totaal 13.400 uren worden begroot voor het voorbereiden waarbij gebruik gemaakt wordt van de langsliggertekening (zie ook paragraaf 9.2.1.).

In totaal heeft PE-TF 23 medewerkers. Één medewerker werkt 225 (effectieve) dagen per jaar en gemiddeld 7,2 uur per dag. In totaal werkt een medewerker dus 1.620 uur op jaarbasis. Met 23 medewerkers heeft PE-TF een capaciteit van: $23 \cdot 1.620 = 37.260$ uur per jaar. Het percentage van de tijd dat aan het voorbereiden besteedt wordt is: $13.400 / 37.260 \cdot 100\% = 36\%$.

Besparing voor CHL1

CHL1 beschikt over 6 medewerkers (inclusief 1 senior en 1 inleenkracht). Dus de beschikbare capaciteit van CHL1 is: $6 \cdot 1.620 = 9.720$ uur per jaar.

36% van de tijd wordt besteed aan voorbereiden: $36\% \cdot 9.720 = 3.499$ uur per jaar.

De inschatting was dat op CHL1 een besparing van maximaal 50% gerealiseerd zou kunnen worden.

Dus: $3.499 \cdot 50\% = 1.750$ uur per jaar.

Dus een maximale besparing van ongeveer € 56.000,- voor CHL1.

Besparing voor CHL2

CHL2 beschikt over 8 medewerkers (inclusief 1 senior en 2 inleenkrachten). Dus de beschikbare capaciteit van CHL2 is: $8 \cdot 1.620 = 12.960$ uur per jaar.

36% van de tijd wordt besteed aan voorbereiden: $36\% \cdot 12.960 = 4.666$ uur per jaar.

De inschatting was dat op CHL2 een besparing van maximaal 10% gerealiseerd zou kunnen worden.

Dus: $4.666 \cdot 10\% = 467$ uur per jaar.

Dus een maximale besparing van bijna € 15.000,- voor CHL2.

De totale maximale besparing voor PE-TF die behaald kan worden is ongeveer € 71.000,- per jaar.

Deze berekeningen zijn gebaseerd op aannames zodat de uitkomst alleen gebruikt kan worden om de orde van grote aan te kunnen geven. Er is aangenomen dat de voorbereidingstijd voor alle medewerkers van de afdeling PE-TF gelijk is, daarom is de voorbereidingstijd evenredig verdeeld over de medewerkers. Zowel over de lijndelen CHL1 en CHL2, maar ook dat de seniors en de inleenkrachten dezelfde hoeveelheid tijd besteden aan het voorbereiden als de overige medewerkers.

Deze besparing is alleen gebaseerd op de tijdsbesparing die gerealiseerd kan worden op basis van het verkorten van het voorbereidingsproces. Besparingen ten aanzien van de kwaliteit zijn niet opgenomen in deze berekening.

Er is ook geen rekening gehouden met de kosten of besparingen van PO en extra kosten of besparingen op de nieuwe remgoten. Deze twee punten worden hieronder kort beschreven.

Gevolgen voor PO

PO benadrukt dat het invoeren van nieuwe remgoten pas bij nieuwe grote productprojecten pas kan worden meegenomen. De kosten voor het aanpassen van de huidige sets is te groot, al kan een inschatting niet gemaakt worden, het zal voor zowel PO als PE-TF te veel consequenties hebben. De nieuwe remgoten moeten allereerst geconstrueerd worden, daarna moeten ze getekend worden. Vervolgens, na het toevoegen in de stuklijsten, dienen ze vervangen te worden in de instructies die door PE-TF gemaakt worden. Dus het invoeren van nieuwe remgoten op specifieke gaten is voor de huidige sets geen optie.

Het invoeren van nieuwe remgoten zou wel gerealiseerd kunnen worden bij grote nieuwe productprojecten. Het kan voor PO ook een tijdsbesparing en kwaliteitsverbetering opleveren. Door de standaardisatie van gaten moeten er minder gaten ontwikkeld worden en de kans op fouten verkleind. Dus zowel de tijd voor het ontwikkelen als de tijd voor nazorgactiviteiten zal dalen.

Het opvoeren van aparte gaten voor remgoten, levert PE-TF een maximale besparing ten aanzien van de voorbereidingstijd op van ongeveer € 71.000,-.
De opbrengsten ten aanzien van de kwaliteitsverbetering zijn niet te kwantificeren.
Ook de gevolgen voor PO zijn niet te kwantificeren. Een kwaliteitsverbetering en een reductie van de ontwikkelingstijd worden wel verwacht.

Indien er nieuwe remgoten voor de bevestiging op specifieke gaten ontwikkeld zouden worden, mag het gebruikte materiaal van een lagere kwaliteit zijn. De nieuwe remgoten op een specifiek gat hoeven niet met een hoog koppel aangetrokken te worden en kunnen met kleinere bouten en moeren gemonteerd worden. Materiaal van een lagere kwaliteit is goedkoper dan het huidige materiaal en dat zal dus een kostenbesparing opleveren.

Daarnaast kan een grotere standaardisatie in de remgoten gecreëerd worden indien nieuwe specifieke gaten opgevoerd worden. Een grotere standaardisatie verkort het uitzoekwerk in het voorbereidingsproces van PE-TF, maar ook het ontwikkelproces zal verkort worden omdat er minder varianten van remgoten zijn. Door de grotere standaardisatie zullen ook de kosten van het fabriceren van de remgoten afnemen omdat er minder varianten zijn.

Natuurlijk zijn er ook kosten verbonden aan de ontwikkeling van nieuwe remgoten. Een grote eenmalige kostenpost is het uitzoeken, ontwikkelen en voorbereiden van de nieuwe remgoten. Er moet namelijk een nieuwe goot tot stand gebracht worden, waarbij veel afdelingen bij betrokken moeten worden. Veel tekeningen, stuklijsten en instructies zullen aangepast moeten worden. Daarom moet de invoering van nieuwe remgoten plaats vinden bij een nieuw productproject, zodat met een schone lei kan worden begonnen.

Misschien is een standaardisatie van remgoten en het opvoeren van specifieke gaten in de langsligger niet de optimale oplossing voor het probleem. Er zijn tal van mogelijkheden denkbaar die de huidige remgoten en beugeltjes zouden kunnen vervangen. Enkele alternatieve bevestigingsmiddelen zijn:

- Beugels op de flens van de langsligger schroeven (zoals bij Scania) waarop (ge)leidingen bevestigd kunnen worden.
- Leidingen vastlijmen (of met plakband) in de onderflens van de langsligger.
- Leidingen vastkitten in de langsligger.
- Ophangen aan een 'waslijn' door het chassisraam.
- enz.

9.5. Prestatie-indicatoren

Prestatie-indicatoren zijn meetbare grootheden die een onderneming is staat stelt een geleverde prestatie te relateren aan een tevoren vastgestelde norm. Zij verschaffen de onderneming als het ware een rapportcijfer. Op basis hiervan moet worden besloten om al dan niet wijzigingen aan te brengen in het beleid [*lit.: GOO98*].

De prestatie-indicatoren die aanwezig zijn voor PE-TF, zijn:

- *Management accounting MKA's PE-TF.* Hierin is het aantal MKA's dat binnen komt en afgewerkt wordt en de gemiddelde doorlooptijd weergegeven. Dit is onderverdeeld in PE-TF, PE-proces, PE-SE en PE-order.
- *Voortgangsrapportage normering.* Hierin is het percentage van de varianten die genormeerd zijn en het aantal varianten dat geen normtijd heeft, weergegeven.
- *PQI DAF Truckfabriek.* De gemiddelde score per voertuig gebaseerd op de level 2, 3, 4 en 5 fouten tijdens een audit voor verschillende afdelingen wordt weergegeven.
- *Rapportage ideeën.* Hierin worden het aantal ideeën dat binnenkomt, open staat en afgehandeld is, weergegeven.

Op het moment zijn er geen prestatie-indicatoren aanwezig om de prestatie van de afdeling PE-TF te bepalen of te kwantificeren. Het is daarom moeilijk om de effectiviteit en efficiency van de afdeling te bepalen en daarop te sturen. Alleen op basis van schattingen kunnen de benodigde data bepaald worden. Deze methode is natuurlijk erg subjectief. Ook voor het kwantificeren van verbeterings-

voorstellen van dit afstudeerproject is het een gemis gebleken. Er is geprobeerd op basis van schattingen toch de verbeteringsvoorstellen te kwantificeren.

In de literatuur is vermeld dat vaak zijn de belangrijkste cijfers onbekend en evenmin te achterhalen zijn. Er worden zichtbare gegevens bestudeerd en het management geeft leiding op basis van resultaten. In plaats van uitkomsten te onderzoeken, dienen managers het zwaartepunt van hun aandacht te verschuiven bij de processen (interactie tussen afdelingen).

De manager moet zijn uiterste best doen de processen te verbeteren, dit vereist informatie over de prestaties van het proces. Hoe dichterbij de oorsprong van het proces komen, hoe effectiever de metingen worden. De basis van het proces is een goed uitgangspunt, of dit nu de grondstof dan wel de informatie is.

Managers kunnen dit niet alleen en dienen de werknemers uit te rusten met kennis en vaardigheden om hun eigen processen te bestuderen. Hierdoor zullen ze een beter inzicht krijgen in de oorzaken van variatie. Op deze wijze zullen we met hen gemeenschappelijk kunnen communiceren in een gemeenschappelijke taal en daarmee de kennis van het systeem (bedrijf) vergroten. [lit.: LAT96]

De functie van de prestatie-indicatoren voor PE-TF is tweeledig:

1. Het signaleren van knelpunten en vooruitgang.

Om processen te kunnen verbeteren, is informatie vereist van de prestaties van het proces. Met behulp van de juiste prestatie-indicatoren, wordt deze informatie zichtbaar gemaakt. Hierbij moet vermeld worden dat wèl het proces bestudeerd dient te worden en niet louter de resultaten. Het management dient de resultaten te gebruiken om het proces te bestuderen in plaats van op basis van de resultaten leiding te geven.

2. Het kunnen kwantificeren van verbeteringsvoorstellen of consequenties.

In paragraaf 8.2.1. is reeds vermeld dat aanpassingen bij PO pas doorgevoerd indien aangetoond kan worden dat de opbrengsten die hiermee voor DAF Trucks N.V. gerealiseerd worden, opwegen tegen de kosten voor het aanpassen van de stuklijsten en tekeningen. Er is geen data beschikbaar om aan te kunnen tonen dat een bepaalde investering nodig is voor het oplossen van de problemen of het invoeren van verbeteringsvoorstellen. De oplossingen zijn niet kwantificeerbaar

PE-TF heeft goede prestatie-indicatoren nodig en deze dienen opgesteld te worden. Hiermee is het mogelijk verbeteringsvoorstellen kracht bij te zetten en uitspraken en vermoedens aan te kunnen tonen. Ook kan er een sturingsmethode ontwikkeld worden met behulp van de prestatie-indicatoren en een beter inzicht in de prestaties van PE-TF kan worden verkregen.

Stel (samen met de medewerkers van PE-TF) een aantal prestatie-indicatoren vast, die het mogelijk maken de knelpunten binnen de afdeling PE-TF te signaleren en verbeteringsvoorstellen te kwantificeren.

10. Conclusies en aanbevelingen

Klanten vragen om een steeds groter assortiment van mogelijkheden en wensen. De vele verschillende configuraties en opties leiden tot veel verschillende voertuigvarianten. De langsligger (de kapstok van het voertuig) neemt hierbij een centrale plaats in. Op dit moment bestaan er ongeveer 1.800 langsliggercodenummers. Het beheersen van het voorbereidingsproces van de afdeling PE-TF met betrekking tot de langsliggers is een erg complex proces. Door deze complexiteit en de ambachtelijke manier van voorbereiden, ontstaan er teveel fouten in het voorbereidingsproces en kost daarnaast teveel tijd zodat medewerkers van de afdeling PE-TF onvoldoende toekomen aan de overige werkzaamheden.

De conclusies die getrokken konden worden uit dit onderzoek, en de aanbevelingen en adviezen worden in dit laatste hoofdstuk beschreven.

10.1 Conclusies

In hoofdstuk 2 zijn vijf onderzoeksvragen gedefinieerd. Aan de hand van deze onderzoeksvragen worden de conclusies geformuleerd. Hierbij is rekening gehouden met de randvoorwaarden (zie paragraaf 4.1.1.) die door DAF Trucks N.V. aan het onderzoek zijn gesteld omdat ze erg bepalend zijn geweest voor de uitvoering van het onderzoek.

Wat zijn de oorzaken van bovengenoemde problemen met betrekking tot het voorbereidingsproces voor de afdeling Product Engineering?

Over de interface tussen ontwikkeling en productie (of assemblage) in combinatie met Six Sigma en de principes van *lean* is geen literatuur beschikbaar. De beste onderzoeksmethode om het voorbereidingsproces te analyseren was het zelf voorbereiden van een chassisraam.

Het voorbereidingsproces is erg ambachtelijk, complex en gebaseerd op ervaringskennis van medewerkers van de afdeling PE-TF. Het voorbereidingsproces bestaat uit veel handmatig uitzoekwerk en is daarmee erg manafhankelijk. Doordat er geen vaste werkmethoden en werkvolgorde zijn, is er geen standaardisatie of parallelisatie van werkzaamheden mogelijk. Dit is een grote barrière voor verdere optimalisaties.

Tijdens het voorbereiden van een chassisraam moeten een aantal activiteiten uitgevoerd worden omdat deze noodzakelijk zijn voor het ruim twintig jaar oude systeem. Ze worden niet als hinderlijk ervaren, maar de activiteiten zouden door systeemtechnische aanpassingen geëlimineerd kunnen worden. Eenvoudige systeem aanpassingen zijn niet meer mogelijk omdat door de vele aanpassingen en koppelingen, optimalisaties een grote impact hebben op andere applicaties.

Doordat er al ruim 20 jaar op een soortgelijke methode wordt voorbereid, zijn de optimalisaties die wel mogelijk bleken te zijn, in het verleden al aangedragen en doorgevoerd. Het in kaart brengen van het huidige voorbereidingsproces aan de hand van stroomschema's heeft geleid tot het inzichtelijk maken van de processen, wat direct geleid heeft tot kansen voor verbeteringen. Het op deze manier inzichtelijk maken van de processen was nieuw voor DAF Trucks N.V.. Door de aard van de werkzaamheden kon niemand het complete proces gelijktijdig overzien. Daarnaast zijn de stroomschema's een nuttig naslagwerk voor bijvoorbeeld nieuwe medewerkers van de afdeling PE-TF.

De stroomschema's hebben betrekking op het voorbereiden van nieuwe voertuigen. Het proces met betrekking tot de nazorgactiviteiten, laat zich, door de grote variatie aan wijzigingen, niet in stroomschema's beschrijven. Dat komt omdat het nazorgtraject gericht is op het herstellen van fouten in niet in structurele acties die het proces proberen te verbeteren.

Door het opstellen van een process map is aangetoond dat de processen van PE-TF haaks op de filosofie van Six Sigma en *Lean Manufacturing* staan. Er wordt niet procesgericht gedacht bij het uitvoeren van de nazorgactiviteiten. Door opstellen van een process map kan er direct geld bespaard worden door het elimineren van overbodige processtappen, deze zijn:

- De processtappen met betrekking tot het verifiëren van de langsliggertekening met de componenttekeningen.
- De processtap waarin de schets van een Autocad-file omgezet wordt naar een AFP-file.
- Het complete proces voor het maken van schetsen, als dit proces geautomatiseerd kan worden. Hiervoor zijn ingrijpende wijzigingen noodzakelijk in de ondersteunende systemen en applicaties en valt daardoor buiten de scope van het onderzoek.

Naast het elimineren van overbodige processtappen, zijn hieronder twee tips die kunnen leiden tot optimalisaties:

- In enkele moederrollen zijn sommige handelingen (en varianten) zo complex dat ze erg onoverzichtelijk zijn. Het doorvoeren van nazorgactiviteiten in deze handelingen kost daardoor onnodig veel tijd. Het verwijderen van deze overbodige varianten zou de handelingen veel overzichtelijker kunnen maken. Onderzoek of het mogelijk is de MUI te koppelen aan de moederrollen om overbodige voertuigtypen zichtbaar te krijgen om ze te verwijderen.
- Het is niet mogelijk om in het mainframe van een soortgelijke weergave als in de moederrol gebruik te maken. Wel is het mogelijk om gebruik te maken van twee schermen waardoor een gewenste weergave redelijk goed te benaderen is. Het werken met twee schermen kan de voorbereidingstijd reduceren omdat niet steeds dezelfde informatie opnieuw ingevoerd dient te worden.

Wat zijn de oorzaken van bovengenoemde problemen met betrekking tot de input voor het voorbereidingsproces die verkregen wordt van de afdeling Product Ontwikkeling?

De problemen met betrekking tot het voorbereidingsproces van de langsliggers beperken zich niet tot de grenzen van de afdeling PE-TF. De veelheid, complexiteit, onduidelijkheid en fouten in de input van PO, leidt tot fouten in het voorbereidingsproces. Het oplossen van deze problemen kan veel tijd kosten.

Volgens medewerkers van CHL1 kan de eerste voorbereiding van een chassisraam met relatief weinig fouten gemaakt worden, maar verkeerde vrijgiftes en aanpassingen hierop zorgen dan toch weer voor fouten. Een slechte communicatie is een van de oorzaken hiervan.

De langsliggers vormen op een uitzonderingspositie op het eisenpakket voor de uitwisselbaarheid van onderdelen. De eisen die door de afdeling PE-TF aan PO gesteld kunnen worden met betrekking tot de tekeningen en stuklijsten zijn 'zachter'. Dit leidt tot problemen met betrekking tot de input. Samen met medewerkers van CHL1 zijn de grootste problemen opgesteld en onderzocht. De verbeteringsvoorstellen die hieruit voortvloeide, zijn:

- Aanpassen van de tabel op de langsliggertekening
De afdeling PE-TF verzorgt niet alleen de vertaling van de stuklijsten en tekeningen van PO naar de Truckfabriek, maar ze verzorgen ook de controle. Hierdoor wordt PO niet gedwongen de informatie 100% correct aan te leveren, want er wordt verondersteld dat PE-TF alle fouten opvangt en terugkoppelt. Om een reductie van de voorbereidingstijd en een kwaliteitsverbetering te realiseren, dienen de volgende twee wijzigingen doorgevoerd te worden:
 - De toepassingen in de tabel op de langsliggertekening moeten bindend zijn in plaats van de componenttekeningen.
 - Het opsplitsen van deze tabel naar een linker en rechterzijde.

PO wordt gedwongen de informatie correct aan te leveren. De tijd die benodigd is voor het voorbereidingsproces zal dalen en de kwaliteit van het voorbereidingsproces zal stijgen hierdoor daalt ook de benodigde tijd voor nazorgactiviteiten. Het aanpassen van de tabel op de langsliggertekening zal maximaal € 128.640,- voor PE-TF besparen. PO ondersteunt dit verbeteringsvoorstel niet, waardoor de kosten voor PO onbekend blijven.

- Automatisch basis-afgeleide principe
Het basis-afgeleide principe wordt niet correct toegepast. Hierdoor is de vergelijkbaarheid tussen verschillende stuklijsten moeilijker waarneembaar en dit vertraagt het voorbereidingsproces. Er is aangetoond dat het percentage afgeleiden de laatste drie jaar met ruim 4% is afgenomen. Bij het correct toepassen van dit principe kan het aantal basissen met maximaal 66% gereduceerd worden.

Het voorbereiden zonder het basis-afgeleide principe kost **PE-TF**: eenmalig € 25.600,- en jaarlijks € 35.200,-. De kosten voor een handmatige basis-afgeleide structuur kost **PO**: eenmalig € 19.200,- en jaarlijks € 19.200,-. De kosten voor het ontwikkelen en onderhouden van deze programmatuur is onbekend.

- Wijzigingen tijdens MYC slecht zichtbaar

De wijzigingen die tijdens de MYC doorgevoerd worden, zijn slecht zichtbaar de afdeling PE-TF. Naar schatting wordt 50% van de veranderingen als gevolg van verplaatsingen niet aangepast in de instructies en schetsen. Dit leidt tot fouten in de Truckfabriek.

Het vergelijken van datafiles door middel van LLOS bleek niet mogelijk. De beste oplossing, in ieder geval op korte termijn, is het opvragen van een wijzigingsoverzicht bij PO, waarna eventueel bij onduidelijkheden het archief behorende bij dit overzicht geraadpleegd kan worden. Het beter zichtbaar krijgen van de wijzigingen tijdens de MYC leidt tot een drastische kwaliteitsstijging en minder nazorgactiviteiten als gevolg van 'vergeten' aanpassingen.

De applicatie LLOS heeft geen toegevoegde waarde voor het voorbereidingsproces. Een handig hulpmiddel voor het realiseren van een duidelijker overzicht tijdens het voorbereidingsproces, is een overzichtstekening van het chassisraam met de belangrijkste componenten en varianten erop aangegeven. Deze tekening is verkrijgbaar bij PO, maar is niet officieel vrijgegeven.

- Relatielijst

De relatielijst is niet altijd duidelijk en overzichtelijk. Door de informatie op een andere manier te ordenen, kan duidelijkere relatielijst gecreëerd worden. Via de transactie ER10 in Eicon Access kan een overzichtelijke relatielijst worden afgedrukt. Doordat gelijkheid tussen stuknummers beter zichtbaar is, zal de kwaliteit van de instructies stijgen omdat er minder fouten gemaakt zullen worden. Hierdoor zal ook de tijd benodigd voor nazorgactiviteiten dalen. Een deel van het uitzoekwerk kan beperkt worden en dit resulteert in een reductie van de voorbereidingstijd.

Wat zijn de oorzaken van bovengenoemde problemen met betrekking tot de output van het voorbereidingsproces voor de Truckfabriek?

Uit de case-studie is naar voren gekomen dat bij 6,8% van de voertuigen er bouten in de K-balk of 1^o dwarsligger ontbreken. Dit percentage bleek veel hoger dan verwacht en als schrikreactie is direct een controle ingevoerd. In eerste instantie lijkt deze controle ruim € 20.000,- te besparen. Er wordt bij deze controle wel uitgegaan van 100% gedetecteerde fouten. Met behulp van literatuur over controles is aangetoond, dat:

- Controles niet goedkoop zijn.
- Controles niet 100% effectief zijn en dus niet het gewenste resultaat leveren.
- Controles geen toegevoegde waarde hebben voor het productieproces.

Als het systeem stabiel is, ligt de verantwoordelijkheid voor verbeteringen bij het management. Om te controleren of het systeem stabiel verondersteld kan worden is een formulier opgesteld waarop aangegeven moet worden welke bouten ontbreken (bijlage 25). Deze ingevulde formulieren geeft een gewenste terugkoppeling aan PE-TF. Het is de taak van het management de productcontrole daarna om te zetten in een procescontrole. De controle mag ook zeker niet gebruikt worden voor het verschuiven van de verantwoordelijkheid naar de Truckfabriek zodat de PQI-punten voor PE-TF afnemen en de doelstelling naar aanleiding van de kwaliteit gehaald kan worden.

Dus naar aanleiding van deze case-studie moet de globale aanpak van dit probleem, en ook voor soortgelijke problemen in de toekomst, zijn:

1. Voor een controle in, maar wees bekend met bovengenoemde nadelen.
2. Zorg ervoor dat de productcontrole van tijdelijke aard is totdat de stabiliteit van het proces zeker gesteld kan worden.
3. Laat de aandacht tijdens de levensduur van de controle niet verslappen en zorg voor een goede proces-audit op controles.
4. Laat het management procesverbeteringen aanbrengen.

Met deze case-studie is aangetoond dat de huidige controles en montagevoorschriften niet toereikend zijn. Vooral het beheersingsproces met betrekking tot de remgoten is een niet beheerst proces. Bijna de helft van de fouten worden veroorzaakt door remgoten.

Naar aanleiding van de problemen omtrent de remgoten, is er voorgesteld aparte gaten in de langsligger voor bijvoorbeeld remgoten op te voeren. Voor PE-TF kan een dergelijk voorstel een maximale besparing opleveren van € 71.000,- per jaar. Deze besparing is gebaseerd op een verlaging van de voorbereidingstijd. Daarnaast zal ook kwaliteit flink verbeteren en daarmee de tijd benodigd voor nazorgactiviteiten dalen. Er zal ruimte en tijd gereserveerd moeten worden om dit verbeteringsvoorstel verder uit te werken, want het zal een ingrijpende verandering zijn in zowel het ontwikkelproces bij PO als het voorbereidingsproces van PE-TF. Dit is de taak van de managers. Zij moeten zorgen dat het onderzoeksteam voldoende speelruimte krijgt om de problematiek verder te onderzoeken

Wat zijn de oorzaken van bovengenoemde problemen met betrekking tot de communicatie tussen de betrokken afdelingen?

Veelvuldig wordt opgemerkt dat er binnen de organisatie van DAF Trucks N.V. slecht gecommuniceerd wordt. Over het verbeteren van communicatiestromen is geen bruikbare literatuur te vinden.

De slechte communicatie is een van de oorzaken van de heersende kwaliteitsproblemen. CHL1 en CHL2 verrichten deels dubbel werk. Maar de manier van werken en het vastleggen van de informatie gebeurt op een andere manier. De hoeveelheid dubbel werk kan niet worden geschat omdat de spreiding ervan erg groot is. Een aantal alternatieven zijn bedacht die de splitsing tussen CHL1 en CHL2 zouden kunnen verkleinen.

Alvorens het opvoeren van aparte gaten voor remgoten gerealiseerd kan worden, kan het verbeteren van de informatieoverdracht van CHL2 naar CHL1 een goede start zijn voor communicatieverbeteringen en is een taak van de seniors van PE-TF.

De slechte communicatie leidt tot een minimale samenwerking tussen afdelingen. Door de grote hoeveelheid werk en de grote druk is de communicatie tussen PO en PE-TF minimaal. Dit wordt versterkt door de grote fysieke afstand tussen de twee afdelingen, waardoor er veel met telefoon en e-mail gewerkt moet worden.

De verschillende doelstellingen per afdeling leiden vaak tot felle discussies in plaats van een goede samenwerking. De afdeling wordt door het management beoordeeld op basis van het behalen van de eigen doelstellingen. Doordat de doelstellingen van de afdelingen strijdig zijn met elkaar, zullen verbeteringen die doorgevoerd worden om de eigen doelstellingen te kunnen verwezenlijken, niet leiden tot een integrale verbetering. Dus bij DAF Trucks N.V. wordt op dit moment suboptimalisatie in plaats van samenwerking bevorderd.

Met behulp van de aangeraden literatuur is aangetoond dat contraproductieve strategieën vervangen kunnen worden door werkelijke samenwerking, procesverbetering en productiviteit op lange termijn. Dit kan gerealiseerd worden door de interne concurrentie te verminderen en de barrières tussen de afdelingen te verwijderen.

Er zijn op dit moment geen prestatie-indicatoren aanwezig om de prestatie van de afdeling PE-TF te bepalen. Deze informatie is gewenst omdat het management processen moet verbeteren op basis van deze informatie; het is dan mogelijk de knelpunten binnen de afdeling te signaleren. Er kan met een gemeenschappelijke taal gecommuniceerd worden en verbeteringsvoorstellen kunnen beter onderbouwd worden. Een voorbeeld hiervan kunnen de voordelen zijn die door kwaliteitsverbeteringen te behalen zijn. Het is moeilijk een kwaliteitsverbetering te kwantificeren. Zoals eerder opgemerkt is ook het PQL-getal niet in geld uit te drukken, dit is in het verleden al meerdere malen geprobeerd.

Een aantal PI's zouden kunnen zijn:

- Hoeveel wijzigingen worden tijdens de MYC werkelijk gemist?
- Hoeveel fouten schieten door de productcontrole?
- Hoeveel echt voorbereidingsfouten worden er gemaakt tijdens het voorbereidingsproces gemaakt?
- Hoeveel fouten bevinden zich in de input van PO?
- Hoe lang duurt het herstellen van een fout uit het voorbereidingsproces?
- enz.

Wat zijn de verbeteringsvoorstellen voor een efficiënter voorbereidingsproces met een kwalitatief betere output?

De verbeteringsvoorstellen, zijn reeds behandeld bij de vorige onderzoeksvragen. Hier wordt volstaan met een korte opsomming van de verbeteringen die moeten leiden tot een efficiënter proces met een kwalitatief betere output. De verbeteringsvoorstellen zijn:

- Het elimineren van de processtappen uit de process map:
 - Het verifiëren van de langsliggertekening met de componenttekening.
 - Het omzetten van de Autocad-file naar een AFP-file.
 - Het complete schetsproces door een automatisering.
- Het reduceren van overbodige varianten uit de moederrol.
- Het gebruik maken van twee sessies in Eicon Access.
- Het aanpassen van de tabel op de langsliggertekening.
- Het automatisch genereren van de basis-afgeleide structuur.
- Het zichtbaar maken van de wijzigingen in de MYC.
- Het verduidelijken van de relatielijst met transactie ER10.
- De aanpak van kwaliteitsproblemen in de Truckfabriek met behulp van een controle.
- Het opvoeren van aparte gaten voor bijvoorbeeld remgoten.
- Het verbeteren van de communicatie binnen de afdeling PE-TF en tussen de afdelingen.
- Het opstellen van prestatie-indicatoren.

10.1.1. Met betrekking tot het onderzoek

Voordat ik begonnen ben aan mijn afstudeeropdracht, heb ik eerst anderhalve week in de Truckfabriek meegeholpen om te kijken hoe een vrachtwagen gebouwd werd op basis van de instructies en schetsen die door de afdeling PE-TF gemaakt worden. Vooral het lezen van de schetsen vond ik erg moeilijk. Na mijn introductie in de fabriek, heb ik zelf een chassisraam voorbereid.

Deze verbeteringsvoorstellen hebben niet geleid tot een concreet herontwerp van het voorbereidingsproces. Door de grote hoeveelheid details, een star en oud mainframe en een complex proces gebaseerd op ervaringskennis, was het niet mogelijk om binnen de gestelde randvoorwaarden een concreet herontwerp te maken. Wel zijn er een aantal concrete verbeteringsvoorstellen uit dit onderzoek naar voren gekomen, maar het onderzoek heeft vooral het procesgedeelte toegankelijk gemaakt. Er is een belangrijke 'witte vlek op de kaart' aangetoond zowel bij DAF Trucks N.V. als in de literatuur. De conclusie uit het literatuuronderzoek, voorafgaand aan dit onderzoek, was dat er geen literatuur beschikbaar is waarin de interface tussen ontwerp en productie behandeld wordt met een combinatie van Six Sigma en de principes van *lean*. Er kon tijdens dit onderzoek dus weinig gebruik gemaakt worden van bestaande literatuur.

Niet alleen in de literatuur, maar ook bij DAF Trucks N.V. is sprake van een 'witte vlek op de kaart'. Dit is met behulp van de case-studie naar het ontbreken van bouten in de K-balk of 1^e dwarsligger aangetoond. Het percentage fouten (6,8%) bleek vele malen hoger te zijn, dan verwacht. Hiermee is ook aangetoond dat de kwaliteit verre van Six Sigma af is. Het onderzoek is dus duidelijk ook een probleemsignalerend onderzoek geworden.

Zoals reeds eerder vermeld zijn de randvoorwaarden erg bepalend geweest voor het verloop van het onderzoek. Bij het ontbreken van de randvoorwaarden, die door DAF Trucks N.V. aan het onderzoek zijn opgelegd, hadden de resultaten er anders uit gezien. Vooral het niet in mogen voeren van ingrijpende wijzigingen in de ondersteunende systemen en applicaties en de focus van het onderzoek op de afdeling PE-TF zijn belangrijk geweest.

De afgelopen 20 jaar is het huidige voorbereidingsproces nauwelijks veranderd. Er wordt nog steeds met hetzelfde PIB (1980) en mainframe (1982) gewerkt. Door de jaren heen zijn wel veel koppelingen aangebracht tussen het mainframe en overige applicaties. Het is daarom ook heel erg moeilijk om nog iets aan het systeem te veranderen zonder dat dit van invloed is op andere applicaties. Het aanpassen van het mainframe is daarom ook erg duur, wat in strijd is met de financiële haalbaarheid van de verbeteringsvoorstellen.

Enkele activiteiten uit het voorbereidingsproces lijken uitermate geschikt voor automatisering, bijvoorbeeld het deelproces 'maken van schetsen'. Maar de randvoorwaarden lieten dit niet toe. Deze automatisering is wel kort ter sprake gekomen bij de alternatieven voor het voorbereiden in figuur 29 en bijlage 21.

De impact van de randvoorwaarden hebben ook invloed gehad op de scope van het onderzoek. De focus van het onderzoek is beperkt tot de afdeling PE-TF. Het onderwerp is te complex om binnen de gestelde afstudeertermijn alle aspecten met betrekking tot andere afdelingen mee te nemen in het onderzoek. De afdeling PO en de Truckfabriek zijn ook nauw verbonden bij dit onderzoek. Helaas is door de complexiteit en de randvoorwaarden de impact voor deze afdelingen maar deels meegenomen in dit onderzoek.

Nu het afstudeerproject is afgesloten en geëvalueerd kan worden, kan ook de probleemstelling uit hoofdstuk 2 ter discussie gesteld worden. Er zitten inderdaad teveel fouten in het voorbereidingsproces en het proces met betrekking tot het voorbereiden en wijzigingen neemt teveel tijd in beslag. Nu het onderzoek is afgerond kan de probleemstelling nog nauwkeuriger omschreven worden. De probleemstelling met betrekking tot de langsliggers in het huidige voorbereidingsproces, had moeten zijn:

Door gebrek aan de juiste data, wordt op de afdeling PE-TF fouten in het voorbereidingsproces met betrekking tot de langsligger niet (h)erkend. Het wijzigingstraject heeft daarom betrekking op het oplossen van deze problemen op productniveau. Er worden er geen structurele verbeteringen met betrekking tot het proces doorgevoerd. De focus ligt op het product en niet op het proces.

10.2. Aanbevelingen

De verbeteringsvoorstellen uit hoofdstuk 9 zijn opgesteld aan de hand van de huidige situatie. Het zijn geen oplossingen die helpen de problemen uit hoofdstuk 2 definitief op te lossen. Een definitieve oplossing voor de problemen zou een herontwerp van het complete proces met betrekking tot de langsliggers zijn, maar rekening houdend met de randvoorwaarden was dit niet mogelijk.

Deze afstudeeropdracht is een probleemsigalerend onderzoek gebleken. De twee belangrijkste eindconclusies die na afronding van het afstudeerproject getrokken kunnen worden, zijn:

1. **Er bestaan momenteel 1.800 langsliggercodenummers. Vanuit bedrijfskundig perspectief is het proces met betrekking tot de langsliggers onbeheersbaar.**
2. **Er is bij DAF Trucks N.V. geen leerproces aan de hand van geconstateerde fouten. Er wordt dus teveel vertrouwd op inspectie (controles).**

Aan de hand van bovenstaande conclusies kunnen een aantal aanbevelingen gedaan worden die kunnen leiden tot het ontstaan van vervolgonderzoeken of -projecten. De aanbevelingen zijn:

- In dit onderzoek is aangetoond dat het voorbereiden van langsliggers, met 1.800 langsliggercodenummers, vanuit een bedrijfskundig perspectief, een onbeheerst proces is. In de toekomst zal dus op een andere manier omgegaan moeten worden met de langsliggers. Er kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het orderspecifiek voorbereiden van de langsliggers of het standaardiseren van de langsliggers. Wat de impact op de organisatie van deze nieuwe voorbereidingsmethoden is, is onbekend. Natuurlijk heeft het een grote invloed op de afdeling PE-TF, maar andere omgang met langsliggers heeft een grote impact op veel meer afdelingen binnen DAF Trucks N.V.. Toch zal men in de toekomst er niet onderuit kunnen, wil met het proces kunnen beheersen.
- Het huidige mainframe en het PIB zijn al ruim 20 jaar oud. De communicatie tussen het mainframe en overige applicaties wordt steeds moeilijker. De eisen ten aanzien van de schikbare data worden ook steeds hoger. Er komt een moment dat het huidige mainframe vervangen moet worden, want het systeem is een barrière voor het invoeren van optimalisaties. Als het huidige mainframe vervangen moet worden, moeten de eisen ten aanzien van een nieuw pakket kenbaar gemaakt worden. Ook al is automatisering van (delen van) het voorbereidingsproces niet mogelijk

met het huidige mainframe; er dient toch nagedacht te worden over de mogelijkheden van automatisering in de toekomst. Zie ook figuur 25 en bijlage 21.

- De afdelingen PO en PE-TF moeten elkaar niet als concurrenten zien. Een andere omgang met de langsliggers moet leiden tot een andere manier van samenwerken, waarbij beide afdelingen dezelfde doelstellingen nastreven. De doelstellingen per afdelingen zouden ook meer op elkaar afgestemd moeten worden, waarbij de interne concurrentie binnen DAF Trucks N.V. gereduceerd wordt.
- Six Sigma is overheersend in de organisatie van DAF Trucks N.V.. De bedrijfsvoering volgens de Six Sigma filosofie is opgelegd door het moederbedrijf Paccar Inc., maar het lijkt of het beleid van DAF Trucks N.V. nog niet klaar is voor Six Sigma. Er wordt nog teveel vertrouwd op controles, waarbij de kwaliteit van Six Sigma nog niet gehaald (kan) worden. Bij het invoeren van Six Sigma kunnen drie fases onderscheiden worden:
 - Fase 1: Foute producten herstellen aan de hand van foutmeldingen en inspectie.
 - Fase 2: Foute processen herstellen; het structureel oplossen van problemen.
 - Fase 3: Processen optimaliseren (aan de hand van β -problemen). Dit is een vergaande optimalisatie tot perfectie, vergelijkbaar met de Six Sigma kwaliteit.

De afdeling PE-TF lijkt de bottle-neck voor Six Sigma kwaliteit in het proces van het ontwerp van een voertuig tot aan de productie van de voertuigen. Er is in dit onderzoek ook aangetoond dat in de literatuur deze interface ondergewaardeerd is. De afdeling PE-TF lijkt zich nog in fase 1 te verkeren.

Enkele belangrijke principes binnen Six Sigma zijn het gebruik kwantitatieve data voor analyses en het 'first-time-right' principe. Door het ontbreken van kwantitatieve data kunnen niet de gewenste analyses uitgevoerd worden. Het opstellen van de juiste prestatie-indicatoren zou een grote stap in de goede richting zijn. Het 'first-time-right' principe wordt niet correct toegepast omdat naar aanleiding van problemen eerst een productcontrole ingevoerd wordt, maar geen structurele procesverbeteringen ingevoerd worden om soortgelijke problemen in de toekomst te voorkomen.

- De verschillende lijndelen (CHL1 en CHL2) binnen PE-TF moeten op een eenzelfde manier gaan werken. Het aantal dubbele activiteiten die nu verricht worden, dienen te verdwijnen. Het is niet mogelijk om direct op een andere manier te gaan werken, daar is de organisatie, het PIB, de systemen, enz, niet op afgestemd. Maar indien een andere aanpak voor de langsliggers of het vervangen van het huidige mainframe leidt tot een andere manier van werken binnen PE-TF, dient de afstemming van CHL1 en CHL2 onder de loep genomen te worden.

Literatuuroverzicht

- AAL98** H. Aarts
"Lay-out PE printuitdraai mainframe-stuklijsten"
Rapportnummer 57403/98-137
DAF Trucks N.V., Eindhoven
8 oktober 1998
- AAS98** H. Aarts
"Stuklijsten in het mainframe systeem en als print-out"
Rapportnummer 57403/98-158
DAF Trucks N.V., Eindhoven
25 november 1998
- BRO98** P. Brom
"Verslag bijeenkomst betreffende opbouw stuklijsten/samenstellingstekeningen chassisramen"
DAF Trucks N.V., Eindhoven
7 oktober 1998
- BRU03** G.A.T.M. van Brussel
"Literatuurstudie – Combinatie Six Sigma en lean"
Beek en Donk
31 augustus 2003
- COM03** Afdeling Communicatie,
"Interne mededeling van afdeling Communicatie"
Interne mededeling 2019/1,
DAF Trucks N.V., Eindhoven
9 januari 2003
- DAF01** "Functieprofiel Production Engineer TA "
functienummer 24098
DAF Trucks N.V., Eindhoven
juni 2001
- GOL86** E.M. Goldratt en J. Cox
"Het Doel"
Het Spectrum B.V., Utrecht
1986
- GOO98** Onder redactie van A.R. van Goor, W. Monhemius, en J.C. Wortmann
"Poly-Logistiek Zakboekje"
Koninklijke PBNA B.V., Arnhem
2^o druk, 1998
- IBI00** Instituut voor Bedrijfs- en Industriële Statistiek
"Green Belt training"
IBIS UvA B.V., Amsterdam
mei 2000

- KAR98* J. Karduk
"Begripdefinitie en positionering van Product Ontwikkeling"
DAF Trucks N.V., Eindhoven
versie 1.2, 1998
- KEM00* P.M. Kempen en J.A. Keizer
"Advieskunde voor praktijkstages"
2^e druk, mei 2000
Wolters-Noordhoff B.V., Groningen
- LAT96* W.J. Latzko en D.M. Saunders
"Vier dagen met dr. Deming – Moderne managementmethoden, een strategie"
Addison-Wesley Nederland B.V.
1996
- OOR00* A. van Oorschoot
"Handleiding LLOS gastgebruiker"
DAF Trucks N.V., Eindhoven
-
- POL03* L.F.J.M. van der Pol en R.D.T. Zink
"Info staf Truckfabriek"
DAF Trucks N.V., Eindhoven
maart 2003
- VEL02* R.C.G. van Velzen, JOS.N.A. van Oosten, Th. Snijders en T.W. Hardjono
"Procesmanagement en de SqEME-benadering"
Kluwer, Deventer
2002
- VER95* P. Verschuren en H. Doorewaard
"Het ontwerpen van een onderzoek"
Lemma B.V., Utrecht
oktober 1995
- WOL00* P. de Wolf
"Ondersteunende methoden voor inzicht in vergelijkbare constructies"
DAF Trucks N.V., Eindhoven
23 mei 2000

Tabellen en figuren

<i>Figuur 1: Schematische opbouw van de rapportage</i>	15
<i>Figuur 2: Van Doorne's Machine Fabriek</i>	21
<i>Figuur 3: Productrange DAF Trucks, LF-, XF- en CF-serie</i>	21
<i>Figuur 4: De situering van de afdeling PE-TF binnen DAF Trucks N.V.</i>	22
<i>Figuur 5: Locatie van langs- en dwarsligger in een voertuig</i>	24
<i>Figuur 6: Langsliggerconstructie</i>	24
<i>Figuur 7: Scope van het onderzoek</i>	27
<i>Figuur 8: Symbolen voor stroomschema's</i>	30
<i>Figuur 9: Overzicht sigmaniveau's</i>	31
<i>Figuur 10: Voorbeeld process mapping</i>	31
<i>Figuur 11: Zijaanzicht K-balk</i>	32
<i>Figuur 12: Het totale voorbereidingsproces van de chassisramen</i>	35
<i>Figuur 13: Een voorbeeld van een schets</i>	37
<i>Figuur 14: Voorbeeld van een tabel op de langsliggertekening</i>	44
<i>Figuur 15: Verhouding tussen basis, afgeleide en zelfstandige stuklijsten in mei 2000 en juni 2003</i>	45
<i>Figuur 16: Huidige en mogelijke basissen en afgeleiden voor level 1, 2 en 3 voor set 33 en set 48</i>	46
<i>Figuur 17: Huidige en mogelijke verhouding tussen basis en afgeleide in cirkeldiagrammen</i>	46
<i>Figuur 18: Voorbeeld van een stukje datafile</i>	47
<i>Figuur 19: Huidige relatielijst componentgroep 1171 voor set 20 (FTT85)</i>	48
<i>Figuur 20: Gewenste relatielijst componentgroep 1171 voor set 20 (FTT85)</i>	48
<i>Figuur 21: 1° Dwarsligger en K-balk</i>	51
<i>Figuur 22: Resultaten van de steekproef</i>	52
<i>Figuur 23: Pareto-diagram van veroorzakers van de foute voertuigen uit de steekproef</i>	52
<i>Figuur 24: Tabel met foutsoorten van de foute voertuigen uit de steekproef</i>	53
<i>Figuur 25: Alternatieven voor voorbereidingsproces</i>	55
<i>Figuur 26: Voertuigen die onterecht OK gemeld zijn</i>	56
<i>Figuur 27: Meldingen die geleid hebben tot een terugroepactie</i>	56
<i>Figuur 28: Proef op de som [lit.: LAT96]</i>	58
<i>Figuur 29: Alternatieven voor een betere afstemming van CHL1 en CHL2</i>	62
<i>Figuur 30: Verschillende remgoten</i>	62
<i>Figuur 31: Barrières tegen samenwerking</i>	64
<i>Figuur 32: Oude en nieuwe situatie van interactie tussen afdelingen [lit.: LAT96]</i>	64
<i>Figuur 33: Schermafdruck met twee sessies</i>	68
<i>Figuur 34: Schematische opbouw van een handeling in de moederrol</i>	69
<i>Figuur 35: Stappenplan voor het invoeren van de basis-afgeleide structuur</i>	72
<i>Figuur 36: Voorbeeld van de weergave van de reden van wijziging via transactie ER10</i>	73
<i>Figuur 37: Relatielijst componentgroep 1171 voor set 20 (FTT85) mbv transactie L661</i>	75
<i>Figuur 38: Relatielijst componentgroep 1171 voor set 20 (FTT85) mbv transactie ER10</i>	75

Lijst met afkortingen

ALP	<u>A</u> utomatische <u>L</u> angsligger <u>P</u> roductie
CAD	<u>C</u> omputer <u>A</u> ided <u>D</u> esign
CHL1	<u>C</u> Hassis <u>L</u> ijn <u>1</u>
CHL2	<u>C</u> Hassis <u>L</u> ijn <u>2</u>
DFA	<u>D</u> esign <u>F</u> or <u>A</u> ssembly
DMR	<u>D</u> esign <u>M</u> odification <u>R</u> equ ^e st
EPL	<u>E</u> ngineering <u>P</u> art <u>L</u> ist
GRPA	<u>G</u> enral <u>R</u> isk <u>P</u> roject <u>A</u> nalyses
IKP	<u>I</u> ntegrale <u>K</u> ost <u>P</u> rijs
IM	<u>I</u> nformatie <u>M</u> anagement
IMF	<u>I</u> tem <u>M</u> aster <u>F</u> ile
JOB-1	Datum waarop het voertuig voor de klant beschikbaar komt
KAF	<u>K</u> waliteit <u>A</u> ctie <u>F</u> ormulier
KEP-normen	<u>K</u> waliteits <u>E</u> isen <u>E</u> indproduct normen
KD	<u>K</u> waliteits <u>D</u> ienst
LAVOS	<u>L</u> angsligger <u>V</u> oorbereidings <u>S</u> ysteem
LLOS	<u>L</u> angsligger <u>O</u> ntwerp <u>S</u> ysteem
M&V	<u>M</u> arketing en <u>V</u> erkoop
MAO	<u>M</u> elding <u>A</u> an <u>O</u> ntwikkeling
MAS	<u>M</u> elding <u>A</u> an <u>S</u> ervice
MKA	<u>M</u> elding <u>K</u> waliteits <u>A</u> fwijking
MUI	<u>M</u> odel <u>U</u> nit <u>I</u> ndex
MYC	<u>M</u> odel <u>Y</u> ear <u>C</u> hange
NDL	<u>N</u> ieuwe <u>D</u> elen <u>L</u> ijst
NSO	<u>N</u> iet <u>S</u> tandaard <u>O</u> rders
OVF	<u>O</u> nderdelen <u>V</u> rijgifte <u>F</u> ormulier
PB	<u>P</u> roductie <u>B</u> esturing
PAO	<u>P</u> robleemmelding <u>A</u> an <u>O</u> ntwikkeling
PCP	<u>P</u> roductie <u>C</u> reatie <u>P</u> roces
PDB	<u>P</u> rogramme <u>D</u> escription <u>B</u> ook
PE-PKF	<u>P</u> roduct <u>E</u> ngineering <u>P</u> laat <u>C</u> omponenten <u>F</u> abriek
PE-TF	<u>P</u> roduct <u>E</u> ngineering <u>T</u> ruck <u>F</u> abriek
PE-SE	<u>P</u> roduct <u>E</u> ngineering <u>S</u> imultaneous <u>E</u> ngineering
PIB	<u>P</u> roductie <u>I</u> nstructie <u>B</u> estand
PKF	<u>P</u> laat <u>K</u> omponenten <u>F</u> abriek
PMR	<u>P</u> roject <u>M</u> odification <u>R</u> equ ^e st
PO	<u>P</u> roduct <u>O</u> ntwikkeling
POV	<u>P</u> re- <u>O</u> rd <u>E</u> r <u>V</u> alidation
PQI	<u>P</u> roduct <u>Q</u> uality <u>I</u> nspection
PvW	<u>P</u> rogramma <u>v</u> an <u>W</u> ensen
RAP	<u>R</u> isico <u>A</u> fbouw <u>P</u> lan
RC	<u>R</u> esearch <u>C</u> enter
STD	<u>S</u> ervice <u>T</u> echnische <u>D</u> ienst
STS	<u>S</u> ervice <u>T</u> echnical <u>S</u> upport
TES	<u>T</u> ruck <u>E</u> ngineering <u>S</u> tructure
TIS	<u>T</u> ruck <u>I</u> tem <u>S</u> tructure
TKB-normen	<u>T</u> eken-, <u>K</u> onstruktie- en <u>B</u> asis normen
VB	<u>V</u> rijgifte <u>B</u> ureau
VGB	<u>V</u> oertuig <u>G</u> eleide <u>B</u> oek
VGB	<u>V</u> rij <u>G</u> ifte <u>B</u> iljet
VOW	<u>V</u> erzoek <u>O</u> m <u>W</u> ijziging
VPW	<u>V</u> erzoek tot <u>P</u> roject <u>W</u> ijziging
WA	<u>W</u> erkplaats <u>A</u> ssemblage