



CHALMERS

Analys av dörrproblematik

En studie om svårstängda dörrar vid Volvo Cars
Torslanda

Examensarbete inom högskoleingenjörprogrammet maskiningenjör

Johan Andersson

Institutionen för produkt och produktionsutveckling
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2016

Förord

Detta är ett examensarbete utfört av en student på högskoleingenjörsprogrammet Maskiningenjör på Chalmers Tekniska Högskola. Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng och har utförts på Volvo Personvagnar i Torslanda, Göteborg på en avdelning som heter VRT som jobbar med kvalitetsfrågor.

Under studietiden på Chalmers så har många kurser berört kvalitet och driftsäkerhets frågor, vilket i kombination av en bredare teknisk problemlösning var något som intresserade mig. Arbetet har varit spännande och intressant, och verkligen satt prov på mina kunskaper både i administration, problemlösning, analys och konstruktion. Under arbetet så fick jag stor användning av de teoretiska beredningar som jag samlat in under mina år på Chalmers.

Jag vill framföra ett stort tack till VRT exteriors avdelningen, framförallt till min handledare Haris Balic, men också de två personer som jag arbetat närmast med på vägen till lösningen, Cemal Dogan och Josefin Johansson. Jag vill också rikta ett stort tack till Geometri och Produktion där Joakim Carlsson, Martin Pontusson, Leo och Deni Taskov har hjälpt mig och gett mig bra vägledning under projektet.

Jag vill även tacka Magnus Hellsten, Ranko Lucev och Peter Klevheden från Volvo som möjliggjorde Examensarbetet i sin helhet. Sist men inte minst vill jag även tacka min handledare ifrån Chalmers, Mats Alemyr för den hjälp och respons jag fått under arbetets gång.

Johan Andersson

Göteborg, januari 2016

Sammanfattning

I dagens läge arbetar de flesta företag med begränsade resurser och tillgångar. Därför blir förhållandet mellan kvalitet och tillverkningskostnader en svår balansgång. En reducerad tillverkningskostnad är, i nästan alla, fall lika med större toleranser. Vilket konstruerar en balans mellan att få så få fel som möjligt trots stora spridningar i tillverkning och montering.

Samtidigt så ökar kraven på god kvalitet, och ”premium” stämpeln blir allt svårare att nå även med rätt tillgångar och resurser.

Volvo Cars Corporation är ett företag som strävar att nå toppskiktet av biltillverkare, och för att nå dit, så måste man vara ledande inom kvalitet.

Bildörrar är ett problem som Volvo kämpat med under en längre tid, och de flesta kvalitetsklagomålen som kommer in berör dörren och framförallt ”svår att stänga/öppna” om vi begränsar oss till exteriöra problem. Huvudsyftet med denna studie var därför att finna orsakerna till dörrproblematiken samt identifiera, och om möjligt implementera, lämpliga lösningar.

I denna studie så gjordes en parameterförändring i dörrsättningen med gott resultat. Förändring gav en reducerad dörrstängningshastighet med 26% på alla fyra dörrar. Studien behandlar flera delar som har en inverkan till dörrproblematiken.

Abstract

Today almost every company in the automotive industry work with limited resources, therefore the quality versus cost of manufacturing becomes a difficult balancing act. A reduced cost of manufacturing is almost every time equal to greater tolerances. This creates a balance between getting a small number of errors though you have a large spread in manufacturing and assembly.

During the same time the demand for good quality is increasing, and the “premium “stamp becomes more difficult to reach even with substantial assets.

Volvo Cars Corporation is a company that strives to reach the top tier among the automotive manufactures, and that requires a good quality stamp.

The doors of the car is a problem that Volvo has struggled with for a long time, and the main quality concerns regarding number of costumer claims is referring that the doors are hard to close. That is also the area which this study will put its focus. Therefore the basis of this thesis will be to study the door problem, to try to identify the root cause and develop possible solutions.

In this study a change of door-hanging parameters has been reworked and changed. This new parameters gave a reduced door closing speed with 26 % on all four doors. This Study involves several elements that have an effect on the door issue.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar.....	2
2 Presentation Volvo PV.....	3
2.1 Historia.....	3
2.2 TA.....	3
2.2.1 TB	3
2.2.2 TC	3
2.2.3 VRT – Variability reduction team.....	4
2.3 Kvalitetsarbete inom Volvo Car Corporation	4
3. Teoretisk referensram	5
3.1 Dörrens uppbyggnad.....	5
3.1.1 Dörrstängning	6
3.1.2 Dörrstängningshastighet.....	7
3.2 Verktyg, CM4D, Teamcenter visualisation	7
3.3 Sigma	7
4 Problemformulering och Frågeställning	8
5. Metod och genomförande	10
5.1 Förberedande fas.....	10
5.2 Informationsinsamling	10
5.3 Utformande av tester.....	11
5.3.1 Genomförande av tester	11
5.4 RCA – Root cause analysis.....	13
5.5 Validitet och reliabilitet	14
6. Resultat och analys	15
7. Slutsats och diskussion	28
8. Rekommendationer till liknande arbeten.....	30
9. Referenser.....	31

Ordlista, förkortningar

Under detta avsnitt så presenteras olika förkortningar som används på Volvo, som även kommer att användas i texten.

VCT= Volvo Car Torslanda

TA=Karossfabriken

TB=Lackeringsfabriken

TC=Monteringsfabriken

SPA=Scalable product architecture

S60=Volvo bilmodell

V60=Volvo bilmodell

C-detaljer=Produkter som monteras i TC, såsom lister, låsbygel och plastdetaljer.

ECB= Claims från kund, hamnar och återförsäljare. (Efter fabrik)

ATACQ=Claims inne i fabrik, alltså uppkomna fel inne i fabriken

RCA= Root cause analysis

1. Inledning

Under detta avsnitt redogörs projektets bakgrund, syfte och avgränsningar.

1.1 Bakgrund

Inom industrin är kvalitet en viktig grundsten. Volvo strävar efter att nå ”premium” skiktet av biltillverkare, där vi idag bland annat finner BMW och AUDI.

På Volvos nuvarande modeller, så finner vi en tydlig funktionalitet rakt igenom hela plattformen, kanske i många fall tydligare än de tidigare nämnda konkurrenterna. Dock kämpar Volvo med ett flertal återkommande kvalitetsproblem som härrör till dörrar. Det är allt ifrån utseende till ren funktion.

Bakgrunden till att VCT, (Volvo Cars Torslanda) ville ha en kartläggning och analys av dörrproblematiken är på grund av problemets omfattning, även på de bilar som inte har klagomål ifrån konsumenter. Därför finns ingen direkt ”premium” känsla i varken dörrstängningen eller i det visuella med matchning av lister, passning och spel.

Många är inblandade i andra delar som ligger runt detta, men som sammanfogas till samma grundproblem. Det är ett problem som har identifieras på i stort sett alla bilmodeller, och när problemet blir lite för stort på en specifik bil, så kommer också klagomålen ifrån konsumenten, därför måste Volvo nu kartlägga varför det uppkommer. Problemen existerar även på andra Volvo fabriker runt om i världen.

I nuläget så finns ingen klar bild av vad som är den bidragande orsaken varken svårstängningen eller de visuella problemen som berör listmatchning, spel och passning. Därför måste det komma till en ansats på ämnet, då man är hängiven om att inte överföra samma problem på den nya XC90:n som har produktionsstart i början av 2015. Ambitionen är att XC90 skall vara en bil som tydligt anses som en premiumbil.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att kartlägga och analysera, dörrproblematiken som är ett av de största kvalitetsproblemen som berör kaross.

Syftet är också att utifrån de kartläggningar och analyser som utförts identifiera alternativa förändringar i konstruktionen i sin helhet, eller mer i detalj för att försöka finna ett utfall som reducerar belastningen av problematiken.

1.3 Avgränsningar

Arbetet har avgränsats till modellerna S60 och V60, som tillverkas på fabriken i Torslanda, Göteborg.

Arbetet kommer också endast beröra fram och bakdörrar.

Studien kommer att fokusera på just svårstängningen, men kommer också ta hänsyn till de visuella aspekterna som berör listerna, eftersom dessa spridningar kan vara direkt kopplat till att dörrarna är svårstängda.

2 Presentation Volvo PV

Nedan följer en kortare presentation av Volvo Torslanda, om företagets historia och framtid. Men även en inblick i avdelningen VRT.

2.1 Historia

Volvo PV har en gemensam historia med AB Volvo som är en koncern som arbetar inom flera områden, framförallt inom transport och drivsystem. Volvo grundades år 1927 av Assar Gabrielsson och Gustaf Larsson (Volvo Cars, 2013). Volvo tillkom genom ett bilprojekt i samarbete med SKF och var till en början ett dotterbolag till företaget. Inledningsvis gick det trögt för företaget som i uppstarten visade flera förlustår i rad. Det var tillverkningen av de första lastvagnarna som snabbt gjorde succé även om lastvagnar och personbilar till en början var likartade. (Jönsson & Wickelgren, 2010).

Grundtanken och visionen för Volvo, som båda grundarna delade, var att företaget skulle producera bilar med hög säkerhet som passar det svenska klimatet bättre än de utländska bilmodellerna som redan fanns på marknaden. Till en början dominerades försäljningen av lastvagnar medan försäljningen av personbilar var mindre än förväntat. Det var först efter andra världskriget personbilarna gick om lastvagnar i försäljningsvolym. Det första riktiga genombrottet för personvagnar kom i och med modellen PV 444 som ökade försäljningsvolymen kraftigt. Efter personvagnars försäljningsökning expanderade företaget över Sveriges gränser, inte minst på den amerikanska marknaden. Volvo expanderade även i Sverige och blev ledande i både omsättning och antal anställda i Sverige (Jönsson & Wickelgren, 2010).

2.2 TA

TA som är karosfabriken, är fabriken som sammansätter bilens kaross genom olika processer som domineras av robotsvetsning. Automationsgraden i TA är hög, och de flesta processer är egentligen robotstyrda förutom mätstationerna som kräver manuella operatörer. Idag så mäts karosser slumpvis för att säkerställa att karosserna är inom specifikation alltså så nära det nominella värdet som möjligt för den aktuella modellen. I lanseringen av nya XC90 så kommer även mätstationerna vara automatiserade vilket innebär att varje kaross kommer att kontrolleras. I TA finns idag på gamla linan cirka 700 robotar.

2.2.1 TB

TB som är lackfabriken, är fabriken som sätter färg på karosserna, med betydligt lägre automationsgrad i förhållande till TA. I TB sker utöver lack även härdning och andra processer som krävs för att säkerställa kvalitén på lacken. I TB finns även ett stort höglager där karosser lagras innan sekvenserna för montering är färdiga, då kallas kaross ner till TC.

2.2.2 TC

TC som är monteringsfabriken är fabriken som färdigställer bilen för leverans till kund. TC består av xx produktionslinor, där på varje lina sker olika sekvenser av monteringsfasen. När de vitala delarna är monterade i karossen, så hängs dörrar av karossen och skickas till door-line, där de färdigställs separat, för att sedan paras ihop med bilen på 1.7:an som är den näst sista linjen. Karossen förs efter dörravhängningen vidare mot MP, som står för ”Marrige point” där kaross möter plattform, drivlina och drivpaket etc. Sedan sker en slutmontering från MP till 1.8:an för att färdigställa bilen. Efter 1.8:an så genomgår bilarna ett flertal tester, för att försäkra att bilen inte har några fel. Man kollar då allt ifrån ljusjustering till höghastighetskörning på rullar. Upptäcks några fel så rapporteras detta till ATACQ som

är ett felanmälningssystem internt i fabriken, åtgärd planeras då innan bilen går till Car-line, där de sista inspektionerna görs.

2.2.3 VRT – Variability reduction team

VRT är ett team som jobbar med klagomål som kommer utifrån men också inifrån fabrik. VRT, ”Variability reduction team” är precis som det låter, en kvalitetsinriktad gruppering som jobbar med att minimera variationer och då också i sin tur, att reducera fel på marknaden.

VRT är indelat i olika avdelningar och tillsammans jobbar de med de flesta variationerna som berör bilens yttre och inre.

2.3 Kvalitetsarbete inom Volvo Car Corporation

Som tidigare nämnt så växer kvalitetsfrågan till något tyngre för varje dag som går, att arbeta organiserat inom kvalité är idag en förutsättning för en biltillverkare. Balansen mellan god kvalité och låga tillverkningskostnader blir allt svårare.

Volvo benämner själva kvalitet som ett ”kärnvärde” i strukturen, som ett fokus på kundernas behov.

”Kärnvärdet kvalitet är ett uttryck för vår målsättning att erbjuda pålitliga produkter och tjänster. Kundernas behov och förväntningar ska ligga till grund för allt som Volvo gör, från produktutveckling och tillverkning till leverans och kundsupport. Vårt mål är att överträffa kundernas förväntningar. Vi strävar efter att bli ledande när det gäller andelen nöjda kunder, och vår kundfokus bygger på de anställdas engagemang och delaktighet i kombination med en välfungerande processkultur. Detta bygger på en kultur där alla anställda är lyhörda och medvetna om vad som måste göras för att vi ska bli den bästa affärspartneren i branschen.” (Volvo group, 2011)

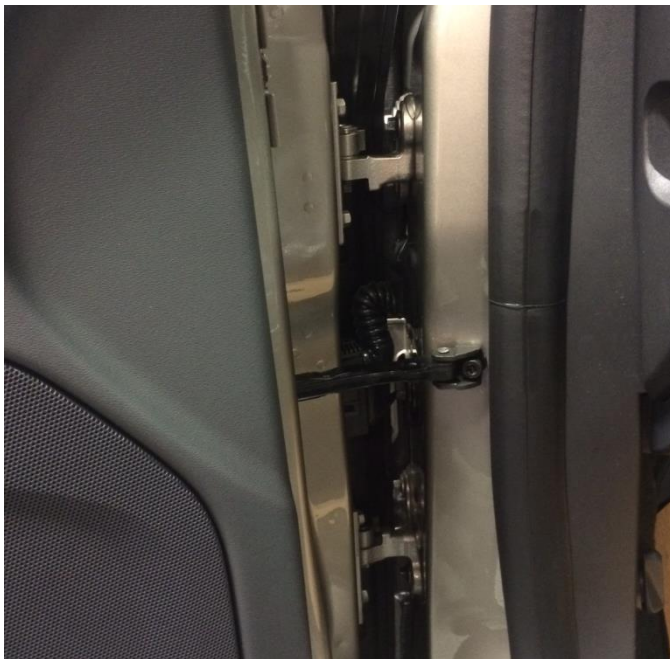
3. Teoretisk referensram

I detta avsnitt kommer teoretiska underlag att presenteras. Det syftar till att ge läsaren en grund till fortsatt läsning. Fokus kommer läggas på dörrstängning i sin helhet, för att läsaren enkelt skall kunna orientera sig i en senare problemformulering.

3.1 Dörrens uppbyggnad

I detta avsnitt skall de mest fundamentala parametrar som härrör till dörrstängning beskrivas.

Dörren är upphängd på gångjärn i framkant. (se figur 1). Gångjärnets position är vital för dörrstängningen. Denna parameter är viktig för att dörren skall stängas på rätt sätt, och träffa karossen på så vis som man tänkt sig ifrån början.



Figur 1: En bild på bilens upphängning i gångjärnen.

Dörrens låsmekanism kallas för ”striker”(se figur 2) och fungerar rent praktiskt så att låsbygeln som sitter monterad på karossen träffar låsblecket, som i sin tur låser fast bygeln och dörren stängs.



Figur 2: Bild på Låsbygelen

3.1.1 Dörrstängning

För att stänga en dörr så krävs en tillsatt energi som får dörren i rörelse mot kaross. Denna tillförda energi måste vara större än de parametrar som skapar motstånd, alltså tar upp rörelseenergin.

De parametrar som reducerar rörelseenergin är:

- Friktion i gångjärn
- Mekaniskt motstånd i lister
- Motståndet i låsmekanismen
- Tryckskillnaderna innanför och utanför
- Dörrens vikt
- Motstånd i fjäderuppsättningar som håller dörren öppen i givna lägen

Dessa är de parametrar som äter upp rörelseenergin mest. För att få användaren att skapa en bild av att lite rörelseenergi krävs, så finns i de flesta fall en fjäder som stänger dörren i sista läget. Den tillsatta energin som behövs är då för att komma förbi fjäderuppsättningen.

Tryckskillnaden innanför och utanför beskriver mottrycket av tryckhöjning inne i bilen vid stängning. Ju större volym som finns inne i bilen, ju mindre påverkan har denna faktor. Ju mindre area dörren har, desto mindre påverkan.

Spel, flush och steg är termer som används ofta i studien. Dessa ord är nyckelord för passning.

Spel är synonymt med glapp, alltså en springa eller liknande.

Flush är höjskillnaden i Z-led mellan 2 detaljer, alltså om tillexempel vänsterframdörr ligger utanför vänsterbackdörr, så finns en flush.

Steg är precis som det låter steget mellan två detaljer, man kan se det som steg på en trappa.

Dessa tre nyckelord är viktiga i slutkravmätningar. Konstruktionsavdelning arbetar fram en specifikation för alla detaljer på karossen som slutkrav sedan kan kontrollera, för att man skall se så att fabriken levererar det som man tänkt.

3.1.2 Dörrstängningshastighet

Dörrstängningskraften avgörs genom att mäta den lägsta hastigheten som krävs för att stänga dörren. Enheten som används är meter per sekund, hastigheten mäts mellan två punkter precis innan stängning. En mätutrustning som är specifikt avsedd för detta ändamål har använts.

Övre gräns för dörrstängningshastigheten är 1,2 (m/s) för framdörrar och 1,4 (m/s) för bakdörrar. Medelvärdet på en bil i den aktuella tidsperioden är för en framdörr 0,90 (m/s).

3.2 Verktyg, CM4D, Teamcenter visualisation

CM4d är ett verktyg som används väldigt mycket på Volvo. CM4d är en databas där man för in de mätvärden som man fått på respektive mätningar. Dessa mätningar kan till exempel vara från SPS stationer i TA, men också audit/slutkrav i TC.

Teamcenter är ett verktyg som baseras på Catia V5, som är ett CAD- verktyg. Teamcenter är en databas där man kan hämta in hela bilmodeller ifrån ett webbaserat garage. Teamcenter används också som en databas för alla detaljer som finns på bilarna.

3.3 Sex Sigma

Sex Sigma är egentligen ett mått av kvalitet som strävar för att nå perfektion.

Den statistiska representationen av Sex Sigma beskriver hur en process presterar, se figurer nedan.

För att uppnå Sex Sigma får processen inte ha mer än 3,4 fel på en miljon utfall, eller 3,4 dpm (defaults per million). Ett Sex Sigma fel är något som definieras utanför kundens specifikation.

Det finns två välkända metoder att arbeta med inom Sex Sigma, dessa är DMAIC och DMADV. DMAIC (define, measure, analyze, improve, controll) är den vanligaste metoden som används inom i kvalitetsarbete. Metoden handlar om att förbättra en existerande process, som i vårt fall är dörrar.

DMADV (Define, measure, analyze, design, verify) är en metod för att utveckla nya processer.

Dessa metoder utförs av Sex Sigma green belt, blue belt, black belt och är under översyn av en Sex Sigma Master black belt. (ilenio , 2010)

4 Problemformulering och Frågeställning

I detta avsnitt så kommer problemet att formuleras och leda till olika frågeställningar.

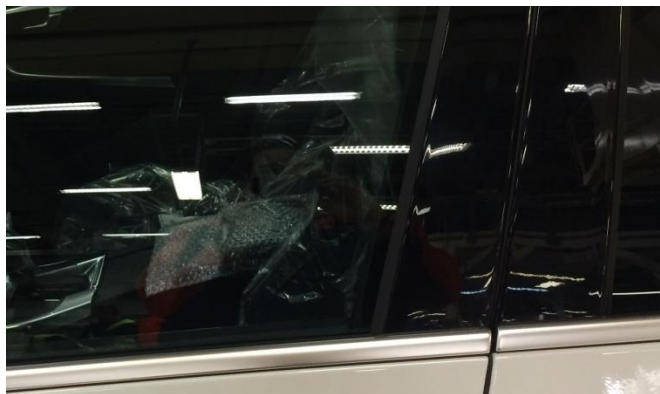
Som vi har nämnt tidigare så är balansgången mellan att uppnå en premiumstämpel och låga tillverkningskostnader något som blir allt svårare. VCC är ett företag vars profil har ett gott rykte. Volvo strävar nu efter att slå sig in i toppskiktet hos biltillverkare. För att nå dit så krävs det att bilarna anses vara premium när det kommer till kvalitet.

Ett av VRT största kvalitetsproblem exterriert i dagens läge berör dörrproblematiken, om man ser till antal inkommande ECB (klagomål som kommer från eftermarknad) och ATACQ (klagomål som kommer inifrån fabrik). Dörrproblematiken kan indelas i två kärnområden enligt nedan:

1. Funktion, (dörrstängningen)
2. Utseende, (listmatchningar, steg, flush, och spelkrav)

Dessa två områden har visat sig vara direkt beroende av varandra, och man kan formulera problemet och säga att om man har en god funktion så har man ett sämre utseende, och tvärtom.

Den visuella aspekten är ett problem som berör listerna som eftermonteras i sista fabriken (TC) på dörren. Figur 3 illustrerar en vanlig bil, som bilden visar så matchar inte listerna ihop, och bilen avger ett slarvigt helhetsintryck.



Figur 3: Bild som visar ett typiskt steg mellan fram och bakdörr.

Kommer bilen med dörrar som ser ut som på bilden, så har bara justeraren en möjlighet att justera dörren så den matchar i steg mot bak, och det är genom att trycka upp (i detta fall) dörren med hjälp av låsbygeln. Man skapar alltså en konflikt mellan dörr och låsbygel, för att den vid stängning skall rida på låsbygeln upp till sitt läge. Vilket förklarar det som nämndes tidigare om hur funktionen och utseendet hänger ihop. I detta fall så offerar man något av funktionen för att få dörren visuellt bra.

Den andra delen av problembilden, svårstängda dörrar är något som egentligen kan identifieras på de flesta Volvo modellerna, dock så kan problemets utsträckning vara olika. Till exempel på V och S 60 så

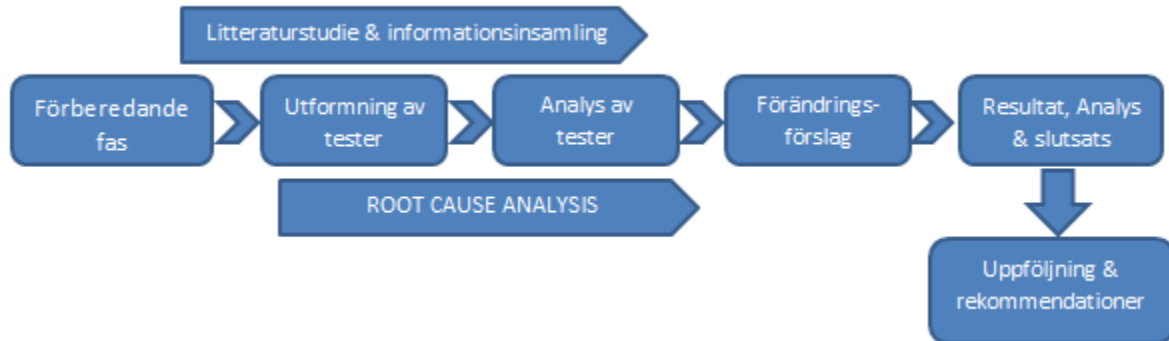
finns ingen fjäder som hjälper till att stänga dörren. Det kan därför vara en anledning till att den får flest ECB, för att kunden enklare uppfattar den som svårstängd. Även om medelvärdet kanske inte är mycket sämre än andra bilar. S och V60 är de modeller som det produceras mest av, så det kan ju också vara en anledning.

Frågeställning

- Var uppstår problemet? Är det i processflödet från karosfabrik till monteringsfabrik eller finns Det ett fel redan i konstruktionsunderlagen?
- Är det komplexiteten i de individuella geometrierna som skapar felbilden, alltså mellan dörr och kaross?
- Beror problemet av c-detaljer? Alltså detaljer som monteras i monteringsfabriken, såsom låsbygel/mekanism, lister etc.
- Är det ett toleransrelaterat problem ifrån tillverkning eller montering som skapar problembilden

5. Metod och genomförande

I detta avsnitt kommer genomförandet och metoderna att redovisas. Genomförandet har skett genom olika steg som figur 4 visar.



Figur 4: Beskrivning av projektets olika faser

5.1 Förberedande fas

Inledningsvis så hölls några möten på Volvo med berörda, för att bestämma omfattning och avgränsningar.

I den förberedande fasen, bröts problemet ner, för att kunna definiera problembilden. Det finns mycket dokumentation ifrån marknaden, men tyvärr inte tillräckligt utförlig. Därför krävdes en nedbrytning för att försöka förstå vad som är de faktorer som påverkar till en dålig dörrstängning.

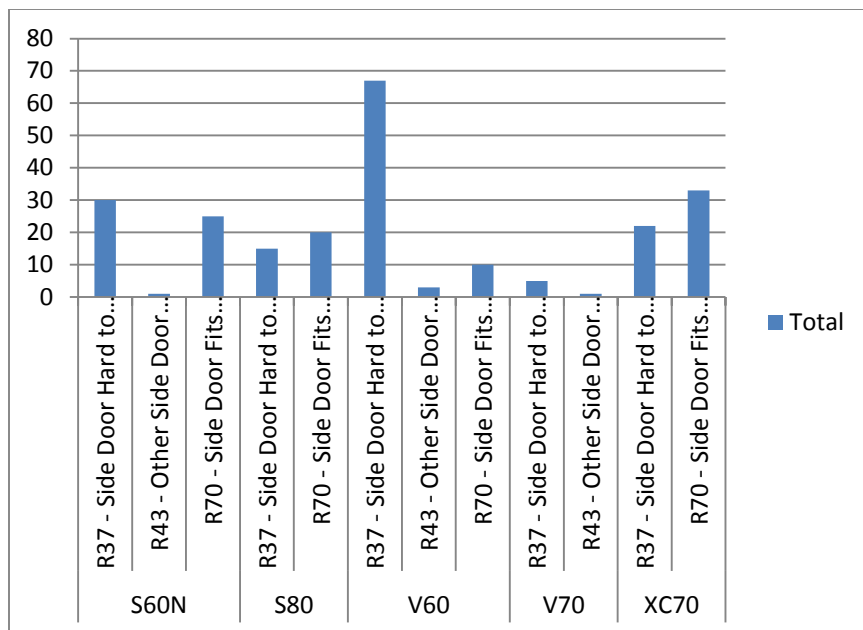
Under denna period så spenderades mycket tid på företaget, för att försöka skapa sig en egen uppfattning om hur processen ser ut, samt hur problemen tacklas.

5.2 Informationsinsamling

När en uppfattning om hur problembilden såg ut så var nästa steg att samla in så mycket information om ämnet som möjligt, både ifrån tidigare studier, tidigare försök hos VCC men också utifrån egna uppfattningar efter första tiden på fabriken.

För att hitta relevant information inom ämnet så har först och främst källor inifrån VCC behandlas, vilket också ger ett mervärde i insyn av vad som redan behandlats etc. Därefter samlades information in ifrån externa källor. Sökningarna skedde i Chalmers biblioteks sökmotorer och i främsta fall i databasen Web of science. Där det fanns lite tidigare studier som berört samma sak fast i ett något annorlunda syfte, t.ex. med mer fokus om hur olika material påverkar etc. Men det fanns tillgång till en bra grundmetodik i de flesta fall.

Det var även viktigt att samla information kring problemets omfattning. En kartläggning gjordes för att förklara den avgränsningen till V60 och S60 som gjordes.



Figur 5: Visar problembilden av svårstängda dörrar i form av ECB på olika bilmodeller.

Som figur 5 visar så ser vi att problembilden är störst på modellerna V60 och S60, sett till antal ECB under en 12 månadsperiod.

5.3 Utformande av tester

Efter den förberedande fasen och med information ifrån insamlingen så gjordes även en utformning av tester parallellt med informationsinsamlingen. Eftersom tester också är en väldigt bra källa, kanske den bästa för att bilda uppfattningar och samla information. Ett flertal tidiga frågeställningar sattes upp som ett försök till att tackla problemet, Tester utformades efter följande parametrar.

- Låsmekanismen
- Geometriförhållande
- Passning
- Gångjärn, vinkelkompensation
- C-detaljers påverkan
- Luftevakuering, sekundärlist
- Mottryck i cockpit
- Monteringssekvenser
- Processfaktorer

5.3.1 Genomförande av tester

Metoden som har använts för att konstruera tester och genomföra dem, har egentligen byggts på RCA metod, som bygger på att finna roten till problemet. Det handlar om att identifiera olika x, alltså olika

variabler som undersöks för att bestämma dess påverkan till problemet. Detta är en process som kallas "hitta variabler för att definiera variabler".

För att definiera variabler så används praktiska test istället för ett mer teoretiskt angreppssätt, även om i många fall teoretiska undersökningar också är nödvändiga.

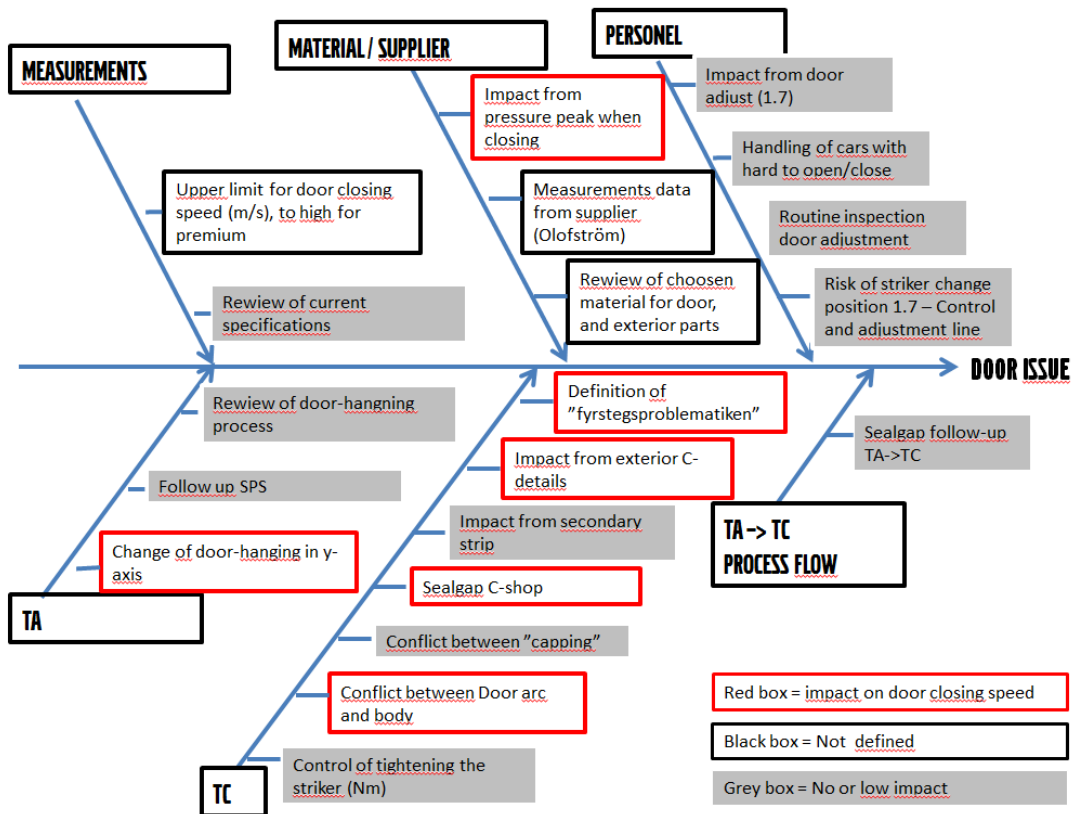
I de praktiska testen, så stressar man den variabeln som man vill definiera. Därför så kan man också se variabelns inverkan till problemet. Dessa test kommer att redovisas i resultat delen nedan.

Dessa test har möjliggjort att vi kunnat eliminera ett flertal variabler som kanske i hypotesen hade en påverkan. Sen så ger ju testerna resultat som är positiva för olika variabler, men kanske inte lever upp till att klara följdfrågan, är detta möjligt att implementera?

5.4 RCA – Root cause analysis

Tidigt i arbetet så skapades en RCA, Där de olika variablerna som troddes hade en påverkan till problemet visualiserades i ett fiskbensdiagram.

Nedan i figur 6 ses fiskbensdiagrammet, där de röda boxarna är de boxar som hade en påverkan till problemet.



Figur 6: Fiskbensdiagram som illustrerar den RCA som gjorts

5.5 Validitet och reliabilitet

Validitet och reliabilitet är ett sätt att visa trovärdigheten i studiens resultat. Trovärdigheten grundar sig i vilka metoder och tekniker som varit till grund för genomförandet. Faktorer som påverkar trovärdigheten är bland annat frågeställningen, teorin som varit till grund, hur analysen är genomförd samt vilka slutsatser som kommit fram tills. (Priest, Roberts, & Traynor, 2006)

Det finns både kvalitativa och kvantitativa undersökningar och analyser, där kvalitativa undersökningar bygger mer på ett undersökande genomförande med mer textdata. Kvantitativa undersökningar ges information mer i numeriska siffror. (Priest, Roberts, & Traynor, 2006)

Denna studie är en kombination av dessa två, där resultatet och tester redovisar i numeriska former, utformandet och genomförandet är mer kvalitativt och bygger inte på någon tyngre teori än den praktik som finns i processflödet.

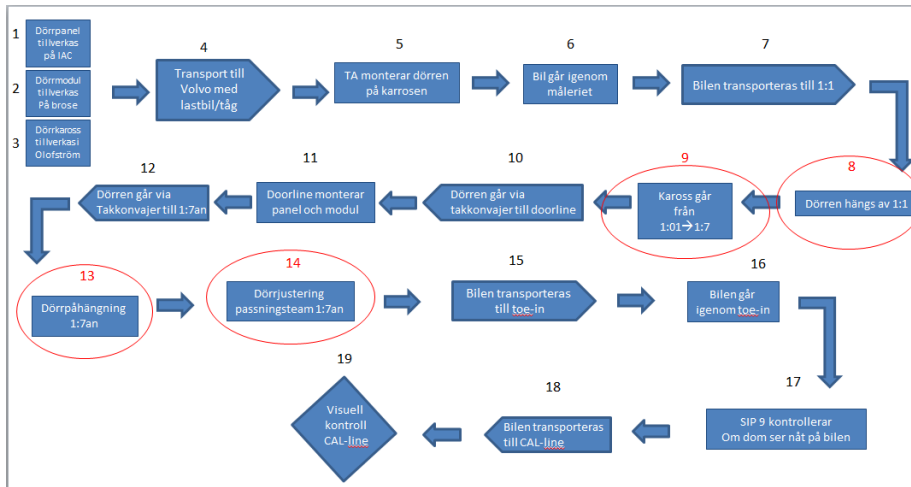
Alla tester och analyser har gjorts inne i VCT precis innan bilen levereras till marknaden. Undersökningen har inkluderat ett tvärfunktionellt stöd ifrån flera arbetsområden, men framförallt Geometri, VRT och Produktion TA, TC.

Målet till varför man gjorda alla test så pass skarpa, är för att verkligheten inte ljuger, det är i verkligheten som problemet existerar, därför valdes tidigt en mer praktisk inriktning än teoretisk.

Det är också värt att nämna att resultaten varierar med tiden, och materialegenskaperna hos kaross och lister beror av miljön runt om kring. Därför var det också väldigt svårt att göra en jämförelseanalys mot ett annat bilmärke, då lister och dörrar ofta sätter sig och förändras med tiden.

6. Resultat och analys

I syfte att identifiera de variabler som kan ha inverkan på dörrstängningsproblematiken gjordes ett flödesschema över tillverknings/monterings processen, för att få idéer om problemområden och alternativa riskområden i processen.

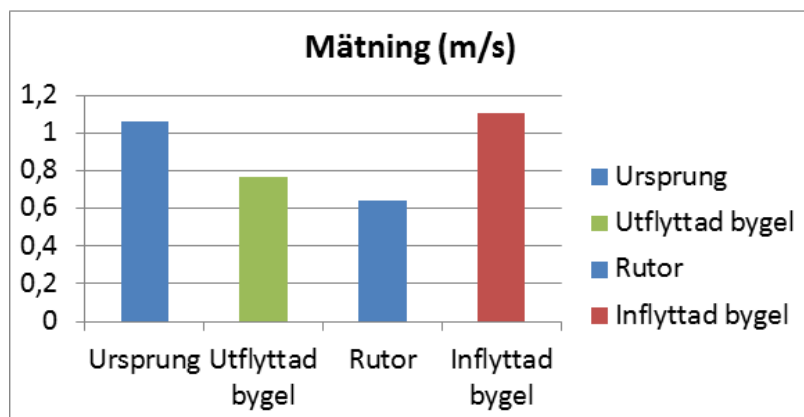


Figur 7: Processkarta/flödesschema för dörrar, inringade är riskfaktorer

Ur flödesschemat så kunde några olika riskområden läsas ut på förhand. Men för att förstå mer vilka parametrar som påverkade mest. Så genomfördes ett test vars syfte var att optimera dörrstängningshastigheten genom att stressa olika variabler. Nedan beskrivs testet, och de viktigaste parametrarna visas i tabellen.

Optimering av dörrstängningshastigheten.

Detta test genomfördes genom att slumpvis välja ut en bil, för att ursprungsmätta dörrstängningshastigheten, för att sedan optimera denna genom reduktioner och förändringar av olika parametrar.



Figur 8: Resultat av optimering av dörrstängning, y-axel visar dörrstängningshastighet i m/s

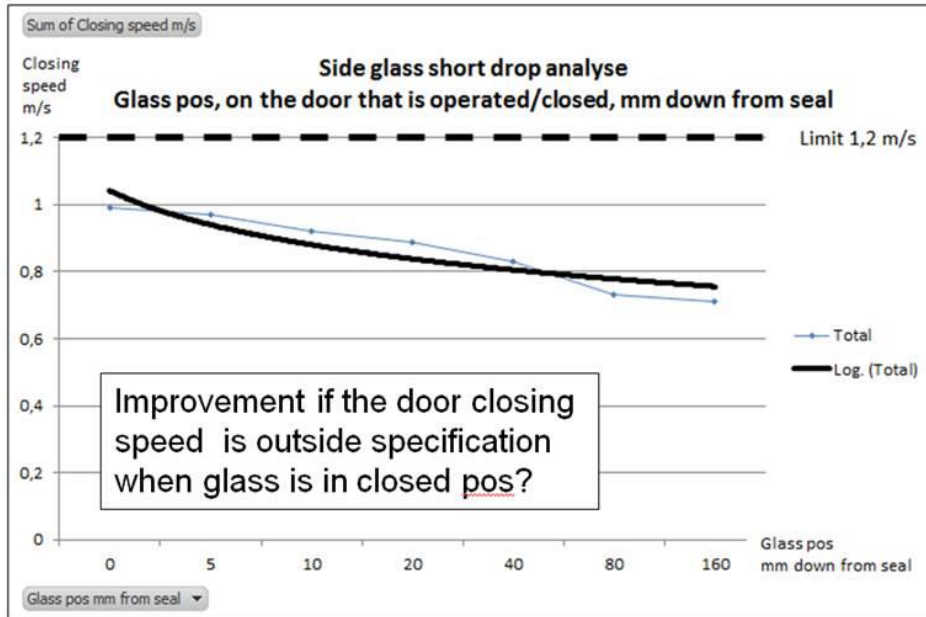
Tabellen ovan visar på resultatet av de viktigaste parametrarna som påverkade dörrstängningen. När bygel flyttades ut så fick vi en stor reduktion av dörrstängningshastigheten, därför att vi flyttade ut ”dörrens stängda läge”. Vi ser också att nerdragna rutor (den blåa stapeln) också gav en stor reduktion, för att neutralisera tryckskillnaden som sker vid dörrstängningen.

För att validera detta testresultat från den gröna stapeln så gjordes ett test för att bestämma sekundärlistens påverkan på dörrstängningen, för att se att det inte var den minskade komprimeringen av listen när vi flyttade ut dörren som avgjorde resultatet.

Det testet gjordes genom att göra större och fler evakueringshål i sekundärlisten, för att sedan plocka bort hela sekundärlisten utan att se någon påverkan till dörrstängningshastigheten.

Det vi kunde dra som slutsats här var också att mottrycket inne i bilen har en väldigt stor påverkan på dörrstängningen. Och är antagligen av den anledningen som många premium bilmärken som BMW och Lexus har implementerat en ”droop window funktion” på vissa bilmodeller. Denna funktion innebär egentligen att rutan åker ner ca 10mm på den aktuella dörren som öppnas. Detta är en teknik som redan existerar hos Volvo, då cabrioletter oftast kräver denna funktion då ingen dörrbåge finns. Därför har denna teknik tidigare använts på Volvo C70.

”Drop window funktionen” undersöktes om det skulle finnas en möjlighet till implementering. Därför gjordes ett test för att mer exakt se dess påverkan på dörrstängningen.



Figur 9: Analys av effekten av "droop window funktionen"

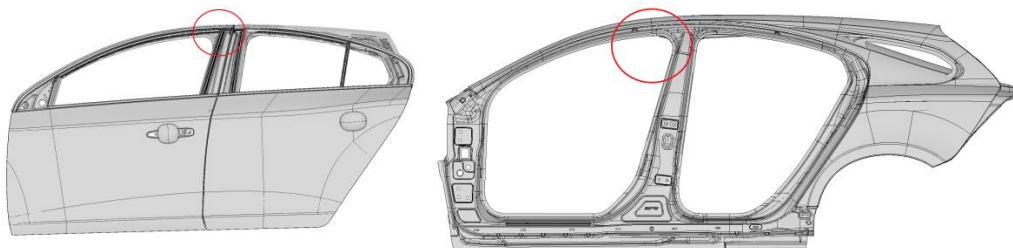
Slutsatsen som kunde dras av detta var att förbättringen i dörrstängningshastighet skulle följa logaritmiskt med positionen i x-led för rutan.

Det som också skulle tas i beaktning här var att man ökade antal cykler på fönsterhissen markant, speciellt på förardörren. Vilket skulle kunna vara ett problem då det idag inte används samma fönsterhiss armaturer som på C70, så fanns ingen klar analys på hur detta skulle påverka fönsterhissens driftsäkerhet.

Därför blev detta projekt en andra prioritering, som vi skulle använda oss av om vi inte lyckades med några andra parametrar.

Problemlokalisering

Utifrån optimeringstestet så kunde vi nu börja lokalisera var problemet uppstod. Och vi ser att dörrbågen mot kaross har konflikt i många fall vid stängning. Detta visualiseras i figur 10.

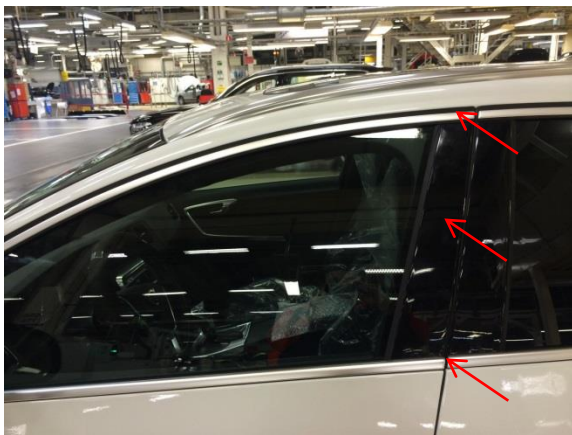


Figur 10: Visar problemets huvudlokalisering

Utifrån problemlokalisering så kan vi också se att det är just i den punkten som många slutmonteringsdetaljer möter varandra, alltså C-detaljer. Därför så planerades ett test där vi skulle se hur dörrarna betedde sig utan yttre C-detaljer.

Test utan exteriöra C-detaljer

Detta test genomfördes på sätt att en bil gick igenom hela produktionen utan att montera exteriöra C-detaljer. Till exteriöra C-detaljer hör, kromelister, Capping(svart plastlist) och yttre lister. (se figur 11)



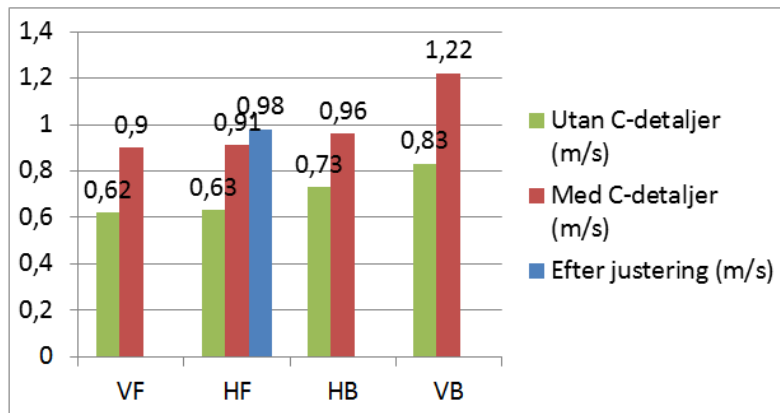
Figur 11: Bild på en vanlig bil med kromelister och Cappinglister som är de svarta plastlisterna

Figur 12 visar en bild på den aktuella bilen.



Figur 12: Visar en bil som lät tillverkas utan exteriöra C-detaljer

Dörrstängningshastighet mättes sedan upp. Efter det så monterades de exteriöra C-detaljerna för att få en skillnad i dörrstängningshastighet.



Figur 13: Resultat ifrån mätningar på bilen utan exteriöra C-detaljer vs monterade C-detaljer

Figur 13 visar resultatet av testet, där vi ser att C-detaljerna har en stor påverkan på dörrstängningen, ca 0,3 m/s.

Vi kan även se på den blåa stapeln där justering av montör krävdes för att få de yttre flush och gap kraven innanför specifikation, så försvann ca 0,1 m/s.

Slutsatsen av testet var att det var luftevakueringen bakom C-detaljerna som påverkade resultatet, alltså att luften lättare kunde evakuera.

Men det vi också kunde se var att den problemlokalisering som tidigare nämndes i figur 10, också validerades genom att det nu inte fanns någon list som skapade den nämnda konflikten mellan dörrbågen och kaross.

Efter dessa tester så kunde man se att det fanns flera parametrar som påverkade dörrstängningen.

- C-detaljer = 0,3 m/s
- Utflyttning av dörr = 0,3 m/s
- ”drop window” funktion = 0,2 m/s

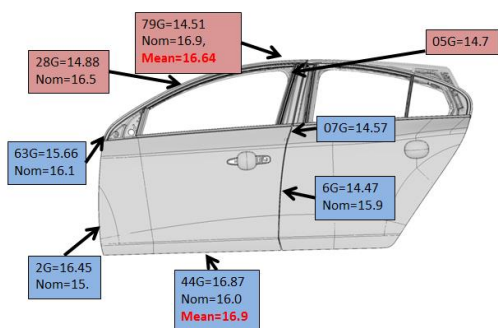
Det som kunde sägas i detta läge var att det var svårt att optimera dörrstängningen med endast en parameter utan att få följdfel. Men det som sågs redan i det här stadiet var att den nu fanns tillräckligt med information för att genom en kombination av flera parametrar kunna uppnå en dörrstängning som anses som premium.

Dock så fortsatte arbetet på grund av att det fortfarande inte kändes som att roten till problemet hade funnits.

Det som nu var av intresse var att kontrollera och analysera hur dörrkroppen träffar karossen. Därför genomfördes ca 12 st ”sealgapmätningar”, alltså en mätning som mäter avståndet mellan dörr och kaross i listens funktionsutrymme.

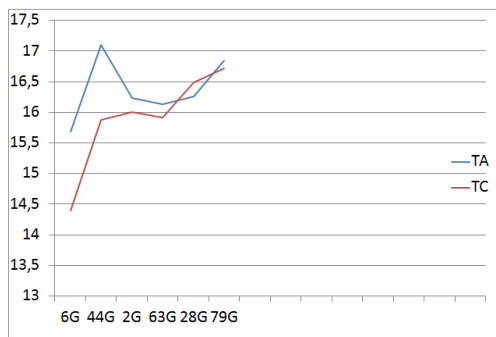
Dessa mätningar görs redan i TA men inte i TC. Genom att få en bil mätt i TA, och sedan följa den till TC för en ny mätning så kunde också få en bild över hur processflödet påverkade.

Figur 14 nedan visar de mätpunkter som mäts, Samt resultatet av de första fristående mätningarna som genomfördes i TC.



Figur 14: Bild som visar de punkter som analyserats vid sealgap mätningar

Resultat Sealgap TA – TC

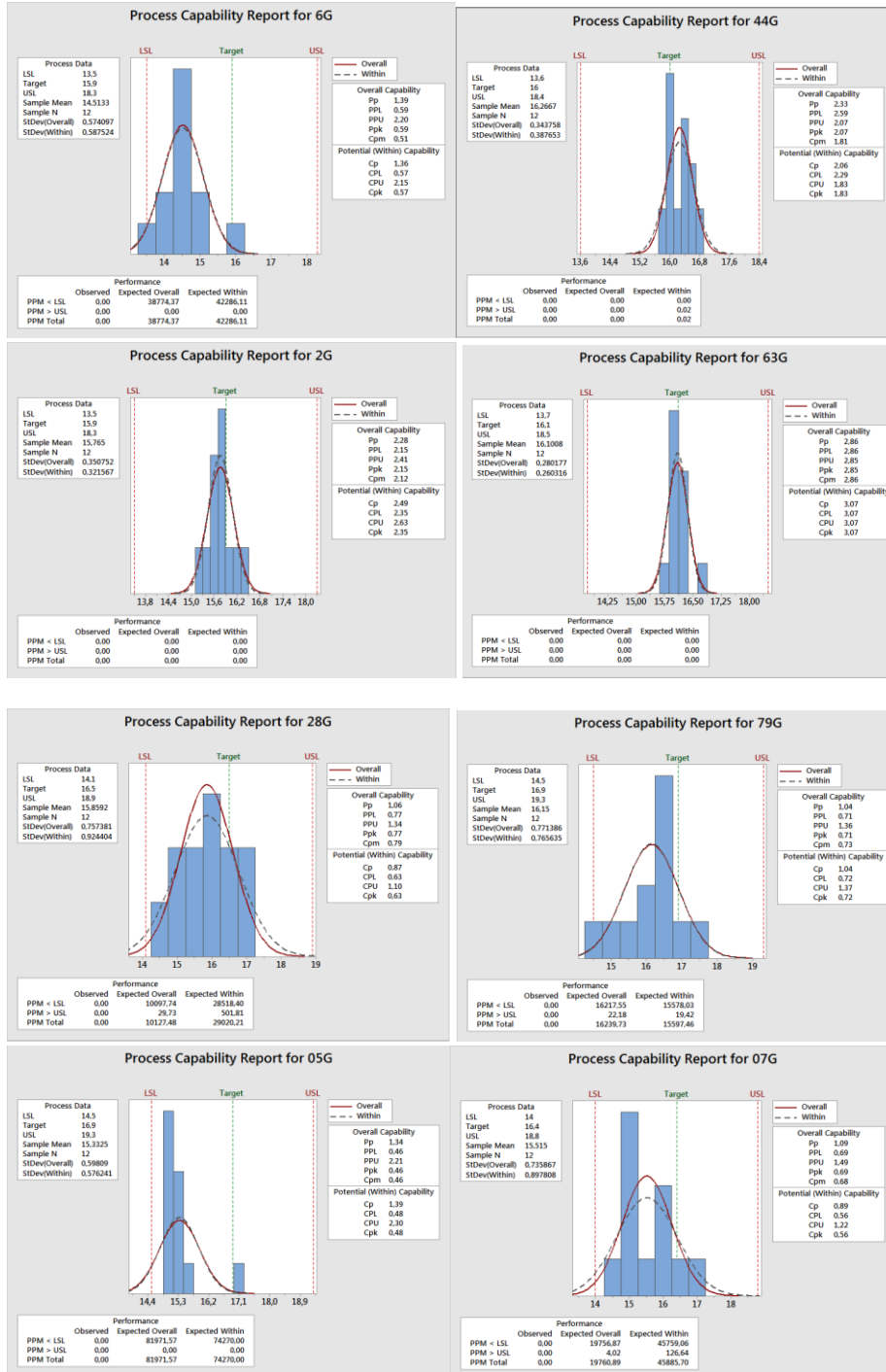


Figur 15: Resultat av en sealgap i TA och en uppföljning av sealgap i TC (samma kaross)

I figur 15 så ser vi millimeter ”sealgap” på Y-axeln och de olika mätpunkterna på x-axeln.

Som figur 15 ovan visar så händer det något i processflödet från TA-TC men det sker relativt parallella förflyttningar av värdena

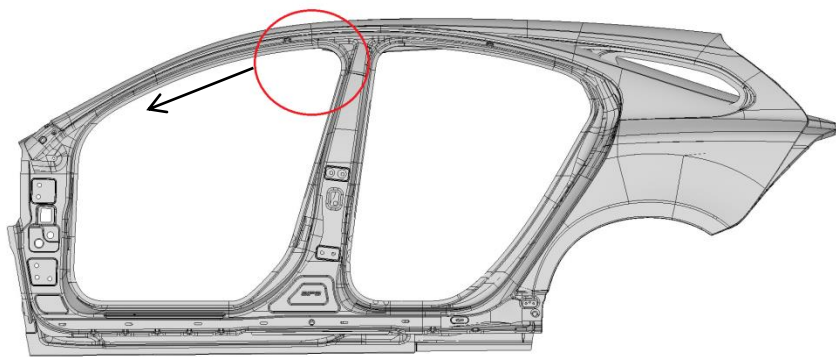
Efter dessa mätningar så gjordes ytterligare 10 st mätningar i TC på oberoende karosser. Se figur 16.



Figur 16: Process kapabilitets analyser av punkterna där sealgap gjorts

Figur 16 visar analyser som gjorts som ett resultat av 10 stycken "Sealgap" mätningar, där varje tabell analyserar en punkt för sig. Som testen visar så är det åtminstone 4 stycken punkter som är för långt in mot kaross i dessa utfallen.

Efter Sealgap mätningarna som ni kan se i analyserna ovan så kan vi förkasta den teorin som berörde 79 G som hänvisar till problemlokaliseringen som tidigare nämndes i figur 10. Problemet lokaliserades flyttades längre ner mot backspegeln (28G), där det gjordes klart för att konflikten som sker där mellan dörrbåge och kaross skapar konflikten vid 79G. Hypotesen bygger helt enkelt på att dörrbågen träffar karossen där för mycket, för tidigt, vilket tar rörelseenergi ifrån dörrstängningen. Kan vi då utesluta den konflikten så skulle lägre energi behöva tillsättas för att stänga dörren och därför också en lägre dörrstängningshastighet.

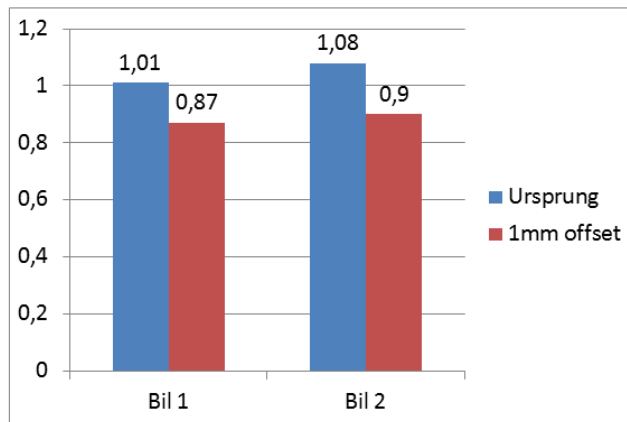


Figur 17: Ny problemlokalisering

Som slutsats av dessa analyser så kan vi säga att det är möjligt att flytta dörren utåt i y-led. Eftersom skärmar och övrigt sätts beroende på hur dörren sitter i läge.

Som man förstår så är det viktigt att dörren sitter nominellt mot kaross, för att undvika dessa typer av energitjuvar som beskrevs i teori kapitlet. Det vi ser utifrån de "sealgap" mätningar som gjordes var att punkt 6G alltså där låsbygeln har överkompenserats mot den icke nominella dörrsättningen. Vilket antagligen förbättrar den ursprungliga problembilden.

Nedan så gjordes ett test där dörren flyttades ut i fram och i bakkant i y-led.



Figur 18: Resultat av utflyttad dörr 1mm i y-led

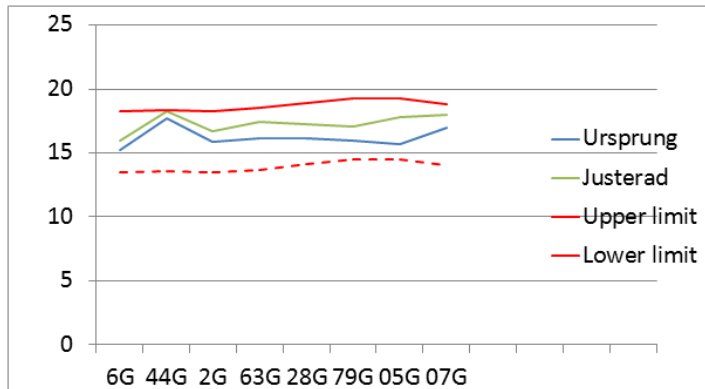
Figur 18 visar resultatet av tester med 1mm offset i y-led i framkant på dörr och som vi ser så kan vi se en förbättring någonstans runt 0,15 m/s.

För att försäkra sig om att inga problem uppkommer vid eventuell implementering av flytten i y-led, så gjordes ett vattentest på de aktuella bilarna för att validera testresultatet.

Resultatet av vattentestet var positivt. Inget läck.

S/V60 har haft stora problem med vattenläckage i tidigare produktionsfaser, vilket troligen berodde på sekundärlisten, men ingen tydlig slutanalys finns på detta. Därför gjordes ett test på två bilar som dörren flyttades utanför den specifikation som finns på ”sealgap punkter”, resultatet blev att det ännu inte gjorts ett test där vi haft vattenläckage, och kan därför utesluta den problembilden, så länge vi håller oss innanför specifikation vid en eventuell implementering.

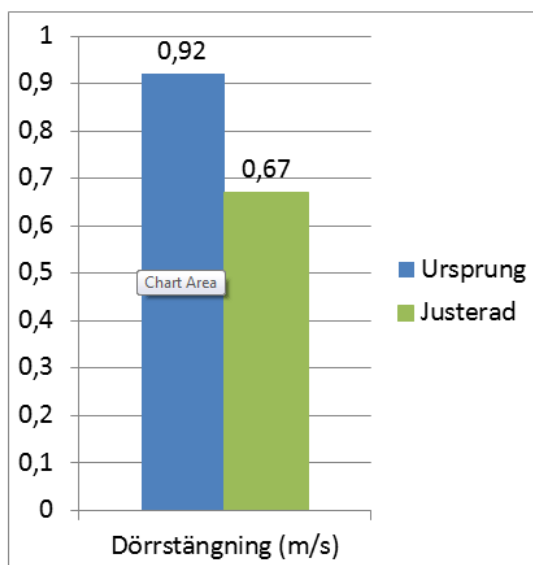
Detta spår följdes upp genom att justera en dörr i gångjärn och låsning så att ”sealgap” blev så nominellt som bara möjligt i praktik. Teorin och praktiken här bygger alltså på att dörren skall träffa karossen på samma sätt vid samtliga punkter för att utesluta den konflikt vi haft tidigare, mellan dörrbåge och kaross.



Figur 19: Figuren visar hur bilen justerades för att få så nominella värden som möjlig, Y-axel är sealgap i mm

Ovan visas en överblick på hur dörrens sealgap är före och efter justering mot nominellt läge. Målet var att hellre ligga något ovanför riktvärdet än under.

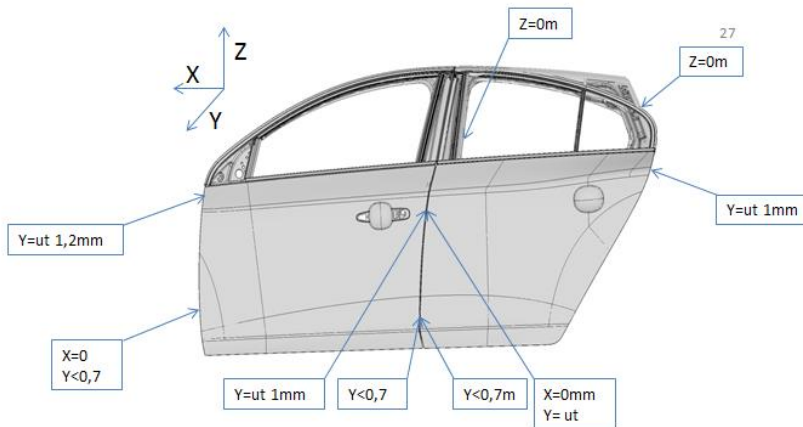
Nedan i figur 20 visas resultatet av detta i form av reducering av dörrstängningshastighet.



Figur 20: Resultat i form av dörrstängningshastighet ifrån testet

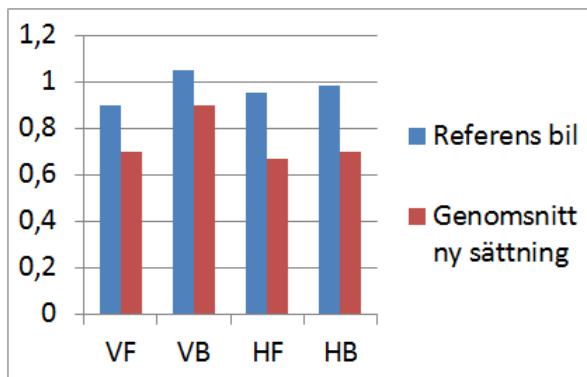
Det vi kan se är ett resultat som för första gången är en dramatisk reducering utan att vi på något sätt ligger utanför specifikation på något värde.

Utifrån dessa data så skapades ett kontrollmeddelande av geometri avdelningen om en förändring av dörsättningen redan i karosfabriken. Detta gjordes på 11 stycken bilar. Efter följande parameterförändringar som visualiserar i figur 21.



Figur 21: Visualiserar de parameterförändringar som gjordes i perceptron vid dörsättning

Resultatet av denna förändring som gjordes på alla fyra dörrar på 11 stycken V60 bilar. Visualiseras i figur 22 nedan.



Figur 22: Visualiserar resultatet av förändringen i figur 21, där y-axeln visar meter per sekund

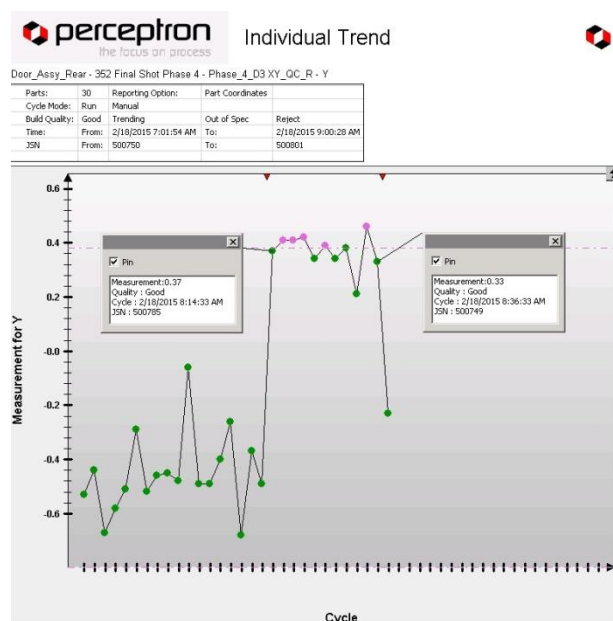
Som figur 22 visar, kan vi se ett bra resultat av förändringen. Och vi fann heller inga problem i processen kring flytten. Däremot så kunde vi finna flera fördelar med den nya dörrsättningen i processen.

- Reducerad dörrstängningshastighet, (ca 26% i genomsnitt på alla fyra dörrar på alla elva bilar).
- Stabilare process i TA, (mindre spridningar i dörrsättning, speciellt kring y punkterna)
- Konflikten som i vanliga fall finns mellan bult och mutterbricka som håller gångjärnet på dörr, försvann. Vilket medför större justeringsmån, samt stabilare process.
- Justerarteamet anser också att dörrarna på dessa bilar krävde mindre justering jämfört med normala fall.

För att validera testet, och säkerställa att ingen felkälla skapats från flytten så gjordes vattentest på samtliga bilar, med resultatet; inget läck.

Sealgap mättes sedan på tre bilar, för att se att flytten blivit som tänkt. Det som sågs var att perceptron har svarat på de parameterförändringar som gjordes men endast till viss del. Y punkterna i framkant på framdörrarna hade flyttats som tänkt, vilket minskade den konflikten som vi tidigare nämnt mellan början på dörrbågen och kaross. Dock så svarade inte flytten av framkant av bakdörrarna fullt så mycket som det var tänkt. Vilket resulterade att sealgap var fortfarande något tight runt låsbygeln, eftersom det finns flushkrav mellan fram och bakdörr, så innebär det att vi inte kunde få bakkant av framdörr fullt så långt ut som vi ville.

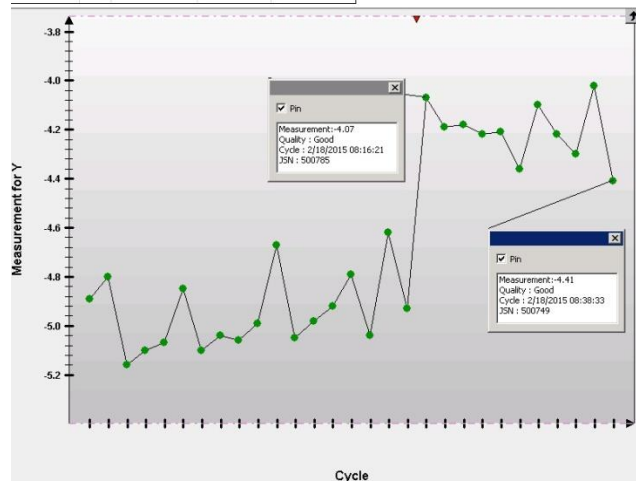
Det som verkligen bör förtydligas här är också att det blev en mycket jämnare känsla på alla 11 bilar. Justerar teamet menar kanske inte att det krävdes mindre justering men det blev mer standardiserat. Detta beror såklart på den stabilare process som uppnåddes vid dörrsättningen i TA. Anledningen till att processen blev stabilare var på grund av att vi eliminerade konflikten som nämdes i figur 17.



Figur 23: Visar de elva sättningar vid en specifik mätpunkt

Door_Assy_Front - Y 352 Final Shot Phase 4 - D4 Y_QC_R - Y

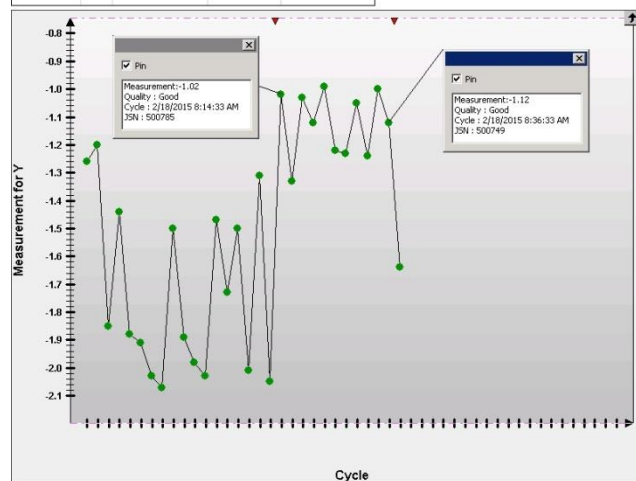
Parts:	29	Reporting Option:	Part Coordinates
Cycle Mode:	Run	Manual	
Build Quality:	Good	Trending	Out of Spec
Time:	From: 2/18/2015 07:02:23	To: 2/18/2015 08:38:33	Reject
JSN:	From: 500750	To: 500749	



Figur 24: Visar de elva sättningar vid en specifik mätpunkt

Door_Assy_Rear - 352 Final Shot Phase 4 - Phase_4_D4 Y_QC_R - Y

Parts:	30	Reporting Option:	Part Coordinates
Cycle Mode:	Run	Manual	
Build Quality:	Good	Trending	Out of Spec
Time:	From: 2/18/2015 7:01:54 AM	To: 2/18/2015 9:00:28 AM	Reject
JSN:	From: 500750	To: 500801	



Figur 25: Visar de elva sättningar vid en specifik mätpunkt

Vi kan tydligt se på dessa mätvärden att dörrsättning blev stabilare, därför ser vi betydligt mindre spridningar i processen.

7. Slutsats och diskussion

I resultatdelen syns tydligt att det finns många faktorer som påverkar dörrstängningen. Den senare delen av denna studie fokuserade på hänga dörren på kaross så att stängningen skulle ske så nominellt som möjligt. Dörren skall träffa tätningslisten med samma kraft runt hela dörrkroppen för att utesluta att någon del av dörren tätar onödigt mycket och därmed fungerar som en energitjuv vid stängning.

Det är väldigt viktigt att påpeka att slutsatsen inte var att göra en flytt ut i Y-led av dörren, alltså en flytt rakt utåt, utan slutsatsen var att dörren skall träffa kroppen med samma tätningsfrekvens runt hela listens funktionsutrymme. Det var målet. För att komma dit så krävdes en flytt framförallt ut i Y-led vid dörrsättningen i TA, med det är av vikt att påpeka att dörren inte sitter längre ut på någon sealgap punkt nu än av de tidigare 45 mätta karosserna med standard sättning som genomförts i TC under projektets gång.

Det som sågs var att på dessa 11 karosser så flyttades nollan ut, alltså det nominella värdet i Y-led, men på grund av den minskade spridningen så sågs en mindre risk att gå mot övre gräns på sealgap punkterna.

Justeringarna och de parameterförändringar som gjordes på dörrsättning gav ett väldigt bra resultat och just nu så görs ett omfattande jobb med att implementera detta som standard sättning på V60 karosserna.

Slutligen så måste vi även ställa oss frågan, vad förväntar sig egentligen kunden? Det är ett stort steg mellan att vara väldigt nöjd med sin bils dörrar till att vara så missnöjd så att man klagar. Det som måste klargöras är att någonstans emellan dessa två parametrar så finns en grumlig bild av en dörrstängning som är premium.

I Fabriken idag så sätter man 1,2 m/s som övre gräns för en fram dörr, och som slutsats kan man säga att den gränsen är alldeles för hög om man vill tillhöra toppskiktet av biltillverkare. Men det vi kan se är att den kanske är ganska väldimensionerad sett till att inte få klagomål. Tidigt i projektet så styrdes en balans in på gummibandet, som är bandet där de sista kontrollerna görs av lack, dörrar, huv och bagageluckan. Denna balans kontrollerar nu alla dörrar noggrant, och spärrar bilar som är svårstängda för åtgärd, innan dem lämnar fabriken. Därför kan man i dagens läge säga att risken för att leverera bilar med dörrstängning utanför 1,2 m/s är näst intill obefintlig. Denna balans sattes in den 5:e december och det är därför också lite tidigt för att göra en validerad analys av ECB läget just nu, men i skrivande stund så har det inte varit några ECB på svårstängda dörrar efter den 5:e december. Så visst känns den som att man kan minska de inkommande klagomålen genom att strategiskt kontrollera att man rör sig inom den aktuella specifikationen.

I frågeställningen så formulerades några frågor som berörde problemets ursprung, alltså vart ifrån det uppkommer. Efter de tester som gjordes för att säkra processflödet ifrån TA till TC så kunde vi se stora skillnader i mätresultat. Men det var först när flera karosser börjades följa upp genom flödet som vi såg att de skillnader som uppkom skedde med konstant påverkan. Det var också därför som processflödet

bockades av som en möjlig felkälla, eftersom det är stor skillnad på bilarnas dörrar i TC så var inte den linjära påverkan från processflödet en rimlig orsak.

Men den generella slutsatsen utifrån denna studien är att dörrsystemen är väldigt komplexa och ställer höga krav på form och lägestolereanser för att spel och passning skall stämma. Det syntes också att ju längre in i flödet man kommer desto större påverkande toleranskedja har man på alla detaljer som monteras på dörren. En dörr med sämre passning kan uppfattas som lättstängd innan man slutmonterar alla detaljer på den. Det är först då som man ser problemen. Men man ser också att när dörren sitter i rätt läge som beskrivits i resultatet så skapar inte C-detalljer något vidare problem.

Så det man kan säga är att dörrproblematiken beror utifrån de stora spridningar som finns i konstruktion och i montering, och är därför inte grundförutsättningarna rätt enligt de parameterförändringar som gjordes, så syns en väldigt stor problembild.

8. Rekommendationer till liknande arbeten

Utifrån de framgångsfaktorer som upptäckts under arbetets gång kan rekommendationer till kommande liknande arbeten ges.

Dessa framgångsfaktorer handlar framförallt om att i ett tidigt skede av projektet etablera en kontakt med konstruktion, vilket i denna studie misslyckades. Det finns många anledningar varför jag tycker att konstruktion på något plan skall vara inblandad i en liknande studie, men framförallt så ligger argumentet kring att det faktiskt var den organisationen som konstruerade systemet ifrån första början, och i den processen så kan jag garantera att möjliga risker och analyser på dessa risker existerar.

Tanken om att en avdelning som kommer in med nya ögon och i princip tar tag i någon annans problem är bra. Men för att leva upp till att vara en fungerande tvärfunktionell grupp som dörr fokusgruppen, så tycker jag absolut att utöver geometri, produktion och VRT så skall konstruktion involveras tidigt i processen. Detta hade helt klart varit en parameter som varit en framgångsfaktor i projektet.

Under slutskedet arbetade jag för att etablera denna kontakt till Haris Balic, för möjligheten att använda som framgångsfaktor vid framtida projekt. Kontakten i fråga var gruppchefen på kaross och exteriör konstruktion.

Att tidigt följa en tydlig problemlösnings modell som i detta fall en RCA är mycket vitalt i sammanhanget. Hur man tacklar problemet är viktigt att förstå redan innan man börjar. Så att man inte fuskar med de delar som visar sig vara av vikt under de sista veckorna, för då har man förlorat en del viktigt förarbete. Man kan likna det som att åka på hockeymatch utan taktik och strategi för matchen.

9. Referenser

Webbsidor

Ilenio, (2010). *Fakta som sex sigma*, hämtat ifrån:
<http://www.ilenio.se/sv/sixsigma/sixsigma>

Volvo group, (2011). *Information ifrån VCC hemsida om kvalité*:
<http://www.volvogroup.com/group/sweden/sv-se/Volvo%20Group/ourvalues/quality/Pages/quality.aspx>

Artiklar

Priest, H., Roberts, P., & Traynor, M. (18 07 2006). Reliability and validity in research. *Nursing standard*, 20(44), ss. 41-45.

Böcker

Jönsson, S., & Wickelgren, M. (2010). *Volvo i våra hjärtan - hur ska det gå?* Malmö: Liber AB.