



CHALMERS



Effektivisering vid dörrpassning, bilmodell XC90

Streamlining the doorsetting of vehicle model XC90

Examensarbete för högskoleingenjörsexamen inom Maskiningenjörsprogrammet

KATARINA ITTNER

JOHANNA TÖRNQVIST

Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige, 2015

Tryckortsida

Effektivisering vid dörrpassning av bilmodell XC90

© Katarina Ittner, Johanna Törnqvist, 2015

Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling

Chalmers Tekniska Högskola

SE-412 96 Göteborg

Sweden

Telephone + 46 (0)31-772 1000

Förord

Denna examensrapport är skriven av två studenter från högskoleingenjörsprogrammet Maskiningenjör på Chalmers tekniska högskola. Detta sker inom kursen Examensarbete inom Produkt- och produktionsutveckling (PPUX01). Examensarbetet skrivs under hösten 2015 och omfattar 15 högskolepoäng. Rapporten skrivs i samarbete med Volvo Personvagnar på avdelningen Variability Reduction Team, VRT, exteriör som har hand om externa kvalitetsfrågor på företaget.

Vi vill tacka vår handledare och examinator vid Chalmers Tekniska Högskola, Torbjörn Ylipää för sin goda handledning under projektets gång.

Vi vill tacka vår handledare vid Volvo Personvagnar, avdelning Variability Reduction Team, VRT, Haris Balic för sin kunskap om verksamheten och guidning genom projektet. Vi vill även tacka Markus Blackenfelt, vid avdelning VRT, för hans intresse för projektets fortgång.

Vi vill tacka Martin Pontusson vid Volvo Personvagnar, avdelning Geometry Assurance, för hans engagemang och kunskap genom projektet. Det har varit till stor hjälp vid förståelse för dörrpassning och analysering av tester i projektet.

Vi vill även rikta ett stort tack till alla som på ett eller annat sätt hjälpt och stöttat oss under examensarbetets gång.

Sammanfattning

Detta examensarbete har utförts vid Chalmers Tekniska Högskola i samarbete med Volvo Personvagnar Torslanda i Göteborg under hösten 2015. Uppdraget från Volvo Personvagnar uppkom då justeringstider för dörrar på bilmodell XC90 var långa. Justeringstiderna var längre än vad som ansågs vara idealt. Det skulle bli en ideal justeringstid om den icke värdeskapande justeringstiden var minimal. Med icke värdeskapande tid menas den tid som inte ökar produktens värde, exempelvis vid omarbetning.

Företaget är medvetna om att justering alltid kommer att behövas men vill kontinuerligt förbättra processen då det icke är värdeskapande tid. Därmed blev uppdraget att effektivisera dörrpassningen genom att undersöka möjliga felkällor till dörrsättningen.

Under projektets gång har Sex Sigma metodiken följts. Det är en metodik som ofta används för att effektivisera processflöden. Ett test har utförts i produktionen för att testa förbättringsmöjligheter som kan påverka justeringen på ett positivt sätt. Sedan har data från testet analyserats och diskuterats.

Utifrån analysen har en teori om förbättringsmöjlighet bekräftats som kan minska den icke värdeskapande dörrjusteringstiden. Teorin går ut på att stabilisera dörren tidigare i processen genom att flytta ett stabiliseringsmoment. Stabiliseringsmomentet är den sista skruven som sätts i framdörrens gångjärn. Denna operation är i nuläget i slutmonteringen och om denna flyttas kan dörren stabiliseras ytterligare och den icke värdeskapande justeringstiden reduceras. Mätningen som gjorts i projektet visar på att medelförflyttningen mellan två mätstationer halverades då stabiliseringsmomentet flyttades. Då medelförflyttningen minskar påverkar detta den icke värdeskapande justeringstiden. Utifrån projektets data skulle detta kunna innebära en reduktion av den icke värdeskapande justeringstiden upp till 30 sekunder per bil.

Abstract

This thesis has been carried out at Chalmers University of technology in collaboration with Volvo Cars Torslanda in Gothenburg during the autumn 2015. Volvo Cars Corporations has during 2015 launched a new model of vehicle, XC90. When the production of the car started the adjustment time of door fitting was longer than expected. This have affected the adjustability of the production negative. Now Volvo Cars Corporations wants to reduce or eliminate unnecessary adjustment time, this by finding error sources that can be eliminated.

The purpose with this project is to make the adjustment time more effective on XC90 doors. The ideal adjustment time would be if value adjustment time was minimal. Tests have been performed in production to test theories that affect the adjustment in a positive way.

Based on the analysis from the test, a theory has been confirmed that may reduce the non-value adding door adjustment time. The theory is to stabilize the door earlier in the process by transferring a stabilization operation. The stabilization operation is the last screw that is inserted in the front door hinges. This operation is currently in the final assembly operations, by transferring the stabilization operation can the stabilization be improved. This can also reduce the non-value-adjustment time in the production.

The measurement that was made in the project shows that the average displacement between two stations was halved when the stabilization operation was transferred. When the average displacement decreases, this affects the non-value-adjustment period. Based on the project data, this could mean a reduction of non-value-adjustment time up to 30 seconds per car.

Keywords: Volvo Cars Corporations, doors, adjustment time, effectivity

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Precisering av frågeställningen	2
2. TEORETISK REFERENSRAM	3
2.1 Dörrens uppbyggnad i Torslanda	3
2.1.1 Kompensering av tillbehörsmoduler	3
2.1.2 Gångjärn och skruvar	3
2.1.3 Låsbygel.....	4
2.2 Flush och spel	5
2.2.1 Flush	5
2.2.2 Spel.....	6
2.3 Dörrens rörelser	6
2.4 Sex Sigma	7
2.4.1 DMAIC	8
2.4.1.1 D = Definiera, Define	8
2.4.1.2 M = Mäta, Measure.....	8
2.4.1.3 A = Analysera, Analyze	8
2.4.1.4 I = Förbättra, Improve	9
2.4.1.5 C = Styra, Control	9
2.4.2 Kvalitetsverktyg	9
2.4.2.1 Processkarta.....	9
2.4.2.2 Orsak-verkan-diagram	10
2.4.2.3 Statistisk försöksplanering (SFP).....	10
2.4.2.4 Mätsystemanalys och repeterbarhet och reproducerbarhet	10
2.5 Datasystem och program.....	11
2.5.1 ATACQ.....	11
2.5.2 CM4D.....	11
2.5.3 PROST.....	11
2.5.4 Minitab	12
2.5.4.1 Kapabilitetsanalys.....	12
2.5.4.1.1 Cp och Cpk	14
2.5.4.2 Hypotestest.....	14

3. METOD.....	15
4. RESULTAT	17
4.1 Definiera	17
4.1.1 Datainsamling	17
4.1.2 Processkarta och orsak-verkan-diagram.....	17
4.2 Mäta och analysera.....	17
4.2.1 Kartläggning av den nuvarande processen	18
4.2.1.1 Mätpunkter.....	20
4.2.1.2 Genomförandet av kartläggning av nuvarande process	21
4.2.1.3 Analysering av kartläggning av nuvarande process	24
4.2.1.3.1 Kapabilitetstest i Minitab	24
4.2.1.3.2 Hypotestest i Minitab.....	25
4.2.1.3.3 Avgränsningar inför test	26
4.2.1.4 Statistisk försöksplanering (SFP).....	27
4.2.1.4.1 Förloppet av testet	28
4.2.1.4.2 Analysering av testet.....	30
4.2.1.5 Jämförelse av nuvarande process och testet	31
4.3 Förbättra och styra.....	34
5. DISKUSSION	35
6. SLUTSATS OCH REKOMMENDATION.....	37
REFERENSER	38
BILAGOR	I
Bilaga A	II
Bilaga B	III
Bilaga C	V

Beteckningar

VCT – Volvo Car Torslanda

FTT – First Time Through, Antal bilar som inte behöver extra handpåläggning

ATACQ –Answers To All Car Questions, felanmälningar från produktion

VRT - Variability Reduction Team, projektets avdelning

TA – Torslanda fabrik A, karossfabrik

TB - Torslanda fabrik B, målerifabrik

TC- Torslanda fabrik C, monteringsfabrik

TBUB – Torslanda B-fabrik underredsbehandling

1. Inledning

År 2014 presenterade Volvo Personvagnar den nya bilmodellen XC90, och under våren år 2015 startade produktion till externa kunder. Extra bemanning tillsattes för att säkra en så bra lansering som möjligt. För att öka effektiviteten i produktionsflödet har man sett över hur dörrpassning påverkar i processen.

Under en period har det varit problem med att andelen icke värdeskapande justeringstid i produktionen har varit lång. Den nya bilmodellen har medfört en omorganisering i produktionen som ledde till att modell XC90 jämfört med andra bilmodeller hade hög icke värdeskapande justeringstid. Långa justeringstider vid just dörrjustering är ett utav de områden där det finns potential till att reducera den tid som inte är värdeskapande. Justeringstiden för sidodörrar borde i den perfekta världen inte behövas, då dörren egentligen inte ska vara i behov av justering för att få en perfekt passning. Vid dålig dörrpassning blir det längre justeringstider och därmed mer icke värdeskapandetid. (Balic, 2015)

Idag anses problemet med dörrarna som ett stort hinder då detta kräver onödiga resurser. Dessutom har modell XC90 lanserats som Volvos lyxigare bilmodell (Volvo, 2015) och därför vill man eliminera problem som kan påverka kundens känsla för bilens kvalitet. Projektet blev därför att söka felkällor som kan bidra till att reducera den justeringstid som idag krävs för att säkra rätt kvalitet. Resultatet av projektet ger förhoppningsvis betydelse för framtiden, då man vill undvika att detta problem sker på andra bilmodeller.

1.1 Bakgrund

Dörrhanteringen i Torslanda sker i tre fabriker, TA-, TB- och TC-fabriken, se figur 1. I TA-fabriken, som också kallas karossfabriken monteras dörrstommen på karossen. När detta är klart skickas bilen vidare till TB-fabriken där hela bilen blir lackerad. Därefter skickas bilen till TC-fabriken där dörren demonteras från bilen och diverse tillbehör, såsom högtalare och dörrpanel installeras innan dörren slutligen monteras på färdig kaross igen.



Figur 1: Dörrens flöde genom fabrikerna.

Även då dörrens passning är godkänd när den lämnar TA-fabriken är den inte tillräckligt bra när den kommer till TC-fabrikens dörrjustering. Alltså när dörren slutligen monteras på färdig bilkaross i TC-fabriken är passningen inte som den borde vara och dörrarna måste därför justeras. Denna justering tar tid och är inte värdeskapande, vilket gör att man vill reducera den till ett minimum. Detta är ett konstant mål, att hela tiden arbeta med att minska den icke värdeskapande justeringstiden. Det är svårt att uppnå perfekt passning på dörren då det finns olika

faktorer som spelar in och samverkar med varandra. Två faktorer kan tillsammans ge helt andra resultat än vad de gör enskilt.

I dagsläget kompenserar man i TA-fabriken för vikten som tillkommer dörren. Denna vikt tillkommer då diverse tillbehör installeras i dörren i TC-fabriken, så som högtalare och panel. Alltså för att dörren ska få en så bra passning som möjligt kompenseras dörrens montering i TA-fabriken. Genom att dörrpassningen är bra i TA-fabriken men inte i TC-fabriken önskas en effektivisering av denna balans genom att se vad som skiljer dörrarna åt vid TA- och TC-fabrikerna. Detta med förhoppning om att finna möjliga felkällor i produktionen.

Företaget vill använda sig av data som går att fastställa och analysera. I projektet vill företaget se över möjligheter att minska justeringstiderna och öka antalet First Time Through, FTT, alltså att produktionen ska flyta på så smidigt som möjligt utan extra handpåläggning. Genom att minska justeringstider och öka antalet FTT minskar företaget sina kostnader kring dörrjustering.

I avsikt att minska handpåläggningen vid dörrjustering måste flödet ses över för att hitta eventuella felkällor samt möjligheten att eliminera dem. Genom att minska felkällor ökar möjligheten att minska justeringstiden.

1.2 Syfte

När dörren monteras på karossen i TC-fabriken blir inte passningen mot karossen den ideala. Projektets huvuduppgift är att upptäcka felkällor i tillverkningsprocessen som kan komma att påverka dörrens passning. Upptäckten av dessa felkällor kan bidra till en effektivisering vid dörrjusteringen i TC-fabriken.

1.3 Avgränsningar

Avgränsningar för projektet:

- Berör endast sidodörrar på höger sida på bilmodell XC90.
- Söka möjliga felkällor på problemet.
- Sker under hösten 2015.
- Projektet tar ej hänsyn till kostnader för lösningar.

1.4 Precisering av frågeställningen

Det främsta målet med projektet är att analysera justeringstider och hitta möjliga felkällor på sidodörrar på bilmodell XC90. Vilket kan hjälpa till att reducera icke värdeskapande justeringstid och bidra till framtida kostnadsbesparing. Under projektets gång undersöks även vad som kan påverka dörrsättningen på modell XC90.

2. Teoretisk referensram

I teoretisk referensram beskrivs centrala begrepp som har används i projektet.

2.1 Dörrens uppbyggnad i Torslanda

Dörrens uppbyggnad sker i TA-, TB- och TC-fabrikerna. Dörrstommen tillverkas i en fabrik i Olofström och levereras till Volvo Personvagnar i Torslanda, närmare bestämt till TA-fabriken. För att försäkra att dörren sitter bra på karossen i TA-fabriken görs dagligen flera stickprov i flödet. Vid stickproverna dokumenteras mätvärden från alla mätpunkter på bilen och det utförs en kontroll av hur dörren sitter enligt krav och toleranser. Stickprovernas data används till en statistik processtyrning. Genom att använda sig av statistik processtyrning fås en överblick över utfallet av flödet. I Statistik processtyrning används stickproven till att kontrollera att flödet är stabilt.

2.1.1 Kompensering av tillbehörsmoduler

I TA-fabriken är karossen och dörren bara ett skal. Därför behövs det kompenseras för vikten som kommer att tillkomma dörren. Vikten på dörren tillkommer i TC-fabriken och är i form av tillbehörsmoduler, så som högtalare och dörrpanel. Bilarna är byggda enligt externa kundens behov, detta gäller även dörrarna i form av tillbehör. Vikten kan därför variera beroende på kundens beställning dock är den inte avgörande för kompensationen. Kompensationen är alltid densamma för dörren då dörrens totala vikt inte skiljer sig signifikant bilar emellan.

2.1.2 Gångjärn och skruvar

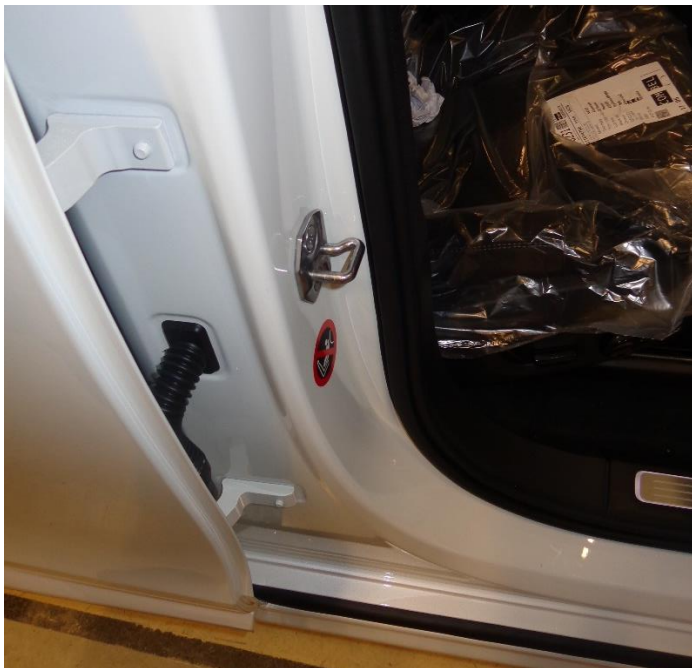
Dörren hänger på karossen via gångjärn och skruvar. Gångjärnen sitter fast på karossen och dörren via fyra skruvar vardera, se figur 2.



Figur 2: Gångjärn och skruvar på kaross. I figuren är en utav skruvarna dold av en skyddande kåpa.

2.1.3 Låsbygel

För att dörren ska kunna stängas och hållas stängd finns en låsbygel på karossen, se figur 3. Det finns en låsmekanism i dörren med ett låsbleck, se figur 4. Låsblecket krokar fast i låsbygeln och dörren hålls stängd. Tidigt i flödet används en tillfällig låsbygel av plast för att hålla dörren stängd. Den tillfälliga låsbygeln byts senare i flödet ut till den slutgiltiga låsbygeln i stål.



Figur 3: Låsbygel.



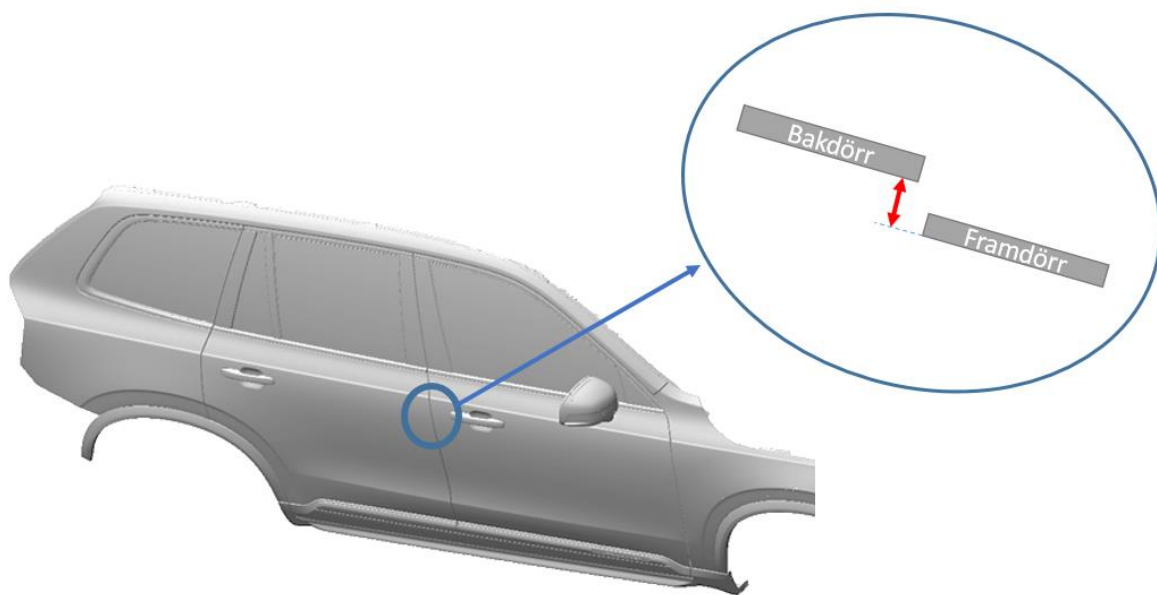
Figur 4: Låsbleck i dörr.

2.2 Flush och spel

Vid mätning av bilar finns det två mätmetoder som används för att mäta dörrens passning. Dessa två mätmetoder kallas för flush respektive spel. Dörrens passning beror av både flush och spel och därför är det viktigt att ta hänsyn till båda. Dessa två mätmetoder samverkar med varandra och det gör att optimal passning på dörren är svår att uppnå. (Pontusson, 2015)

2.2.1 Flush

Flushen är nivåskillnaden mellan två parallella ytor se figur 5. Flushen mäts med en flush-klocka se figur 6. Flush-klockan placeras mot en utav ytorna och mäter sedan med "piggen" nivåskillnaden till den andra ytan.



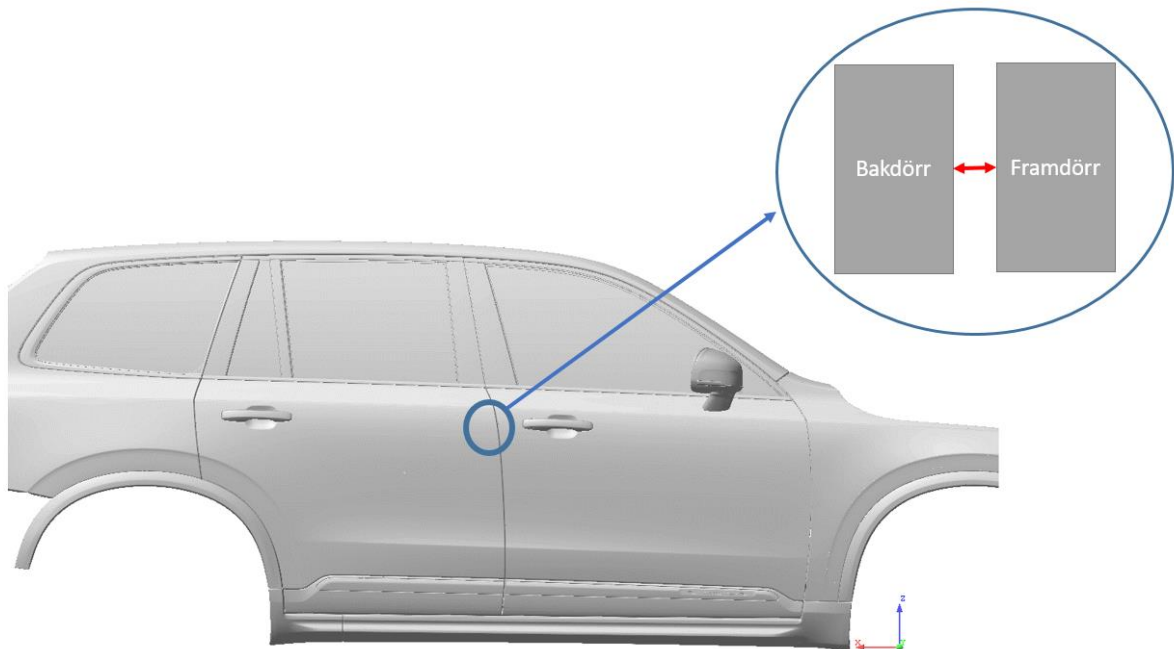
Figur 5: Röd pil visar flushen mellan fram- och bakdörr.



Figur 6: Flush-klocka, den blå pilen markerar "piggen".

2.2.2 Spel

Spelet är lufrummet som ligger mellan två parallella ytor. Spelet mäts med skjutmått mellan ytorna, exempelvis mellan bakdörr och framdörr, se figur 7.



Figur 7: Röd pil visar spelet mellan fram- och bakdörr.

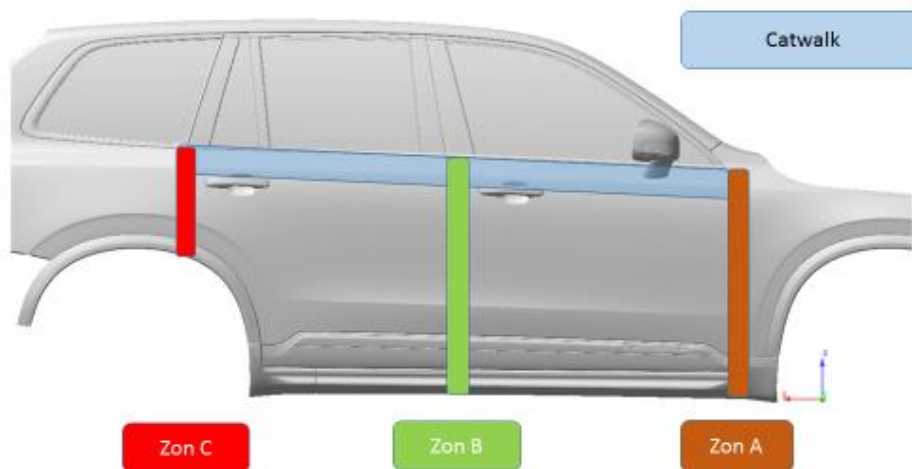
2.3 Dörrens rörelser

Dörrens passning beror på många variabler men störst påverkan har gångjärnet och låsbygeln. Eftersom dörren påverkas av flera olika parametrar samt att dessa påverkar varandra är dörrens rörelser svåra att förutse. Det finns dock kunskap inom Volvo Personvagnar om hur dörrens parametrar påverkar varandra, och därmed kan vissa rörelsesamband förutses. Nedan beskrivs tre stycken kända rörelsesamband.

Med ideal dörrpassning menas då dörren sitter på karossen enligt toleranser och är lättstängd. Om man jämför idealdörrpassning mot när dörren är hög så skiljer sig flushen på catwalken åt. När en dörr är hög betyder det att om flushen ökar på catwalken är det stor chans att flushen minskar i området längst ner i samma zon se figur 8. En hög dörr har större flush-värden på catwalken än en dörr med ideal dörrpassning.

Liknande fungerar sambandet mellan idealdörrpassning och då dörren är låg. När dörren är låg betyder det att om flushen är liten vid catwalken är det stor chans att flushen ökar vid området längst ner i samma zon se figur 8.

När dörren är godkänd i höjdläget, alltså flushen vid catwalken, så samverkar flush-värdena i zonen någorlunda linjärt.



Figur 8: Bil med catwalk och zoner.

Förutsatt att flush-värdena är desamma kan man även se samband mellan spelvärdena. Om spelet ökar högt upp i en zon så minskar troligen spelet längre ner i zonen, och vice versa. (Pontusson, 2015)

2.4 Sex Sigma

Sex Sigma är ett faktabaserat och analytiskt förbättringskoncept som används för att förbättra en verksamhets process och produkt. Målet med Sex Sigma är alltså att skapa en felfri process eller verksamhet genom att kontinuerligt söka efter förbättringar.

För att finna dessa förbättringar använder man sig av de olika kvalitetsverktyg som ingår i Sex Sigma metodiken. Med dessa kvalitetsverktyg kan man närma sig målet på ett strukturerat arbetssätt. Ett strukturerat arbetssätt gör att förbättringsarbetet blir mer effektivt. För att nå ett strukturerat arbetssätt är det viktigt att ha en systematisk projektorganisation, alltså att projektmedlemmarnas arbetsroller och ansvar är tydligt definierade.

I utveckling av arbete med Sex Sigma på arbetsplatser finns det kurser som hjälper till att utveckla arbetsplatsen. I kursen finns det olika fördjupningsnivåer för Sex Sigma arbetet. I denna kurs ska ett projekt genomföras med olika kvalitetsverktyg som ingår i det steget för Sex Sigma. De olika fördjupningsnivåerna som finns är Green-belt, Blue-belt och Black-belt. Den mest grundläggande av fördjupningsnivåerna är Green-belt nivån, där DMAIC-metodiken är i fokus. Green-belt är en utbildning som ger en grundlig förståelse för Sex sigma och basverktyg för problemlösning. Alla olika fördjupningsnivåer ska leda till ett lokalt förbättringsprojekt. (Sörqvist & Höglund, 2007)

2.4.1 DMAIC

DMAIC är en mall för hur ett förbättringsprojekt ska läggas upp. DMAIC-metodiken är ett upplägg som används inom Sex Sigma. De fem faserna i DMAIC-modellen är Define, Measure, Analyze, Improve och Control eller översatt till svenska Definiera, Mäta, Analysera, Förbättra och Styra.

2.4.1.1 D = Definiera, Define

I fasen definiera är målet att definiera syftet och omfattningen med projektet. Det är viktigt med en tydlig beskrivning över vad projektet kommer resultera i. All information ska säkerställas i ett projektdirektiv, så att alla är införstådda på vad projektet ska gå ut på, tidsplan och tydliga arbetsroller.

Det är viktigt att lägga betydande tid på att verkligen förstå problemet och samla relevant information. Problemet ska noga analyseras för att sedan kunna kartlägga vad som verkligen har inträffat då problemet uppstår. Beroende på vad projektets syfte är kan dataintresset variera. Attributdata används då man redovisar enskilda händelser, exempelvis andelen bra eller dåliga, ja eller nej. Variabel data kan användas då data kan redovisas på en löpande skala. (Brassard, Finn, Ginn & Ritter, 1994)

I definierafasen ska allt från kundens röst till viktiga kvalitetsegenskaper ingå. Bestämna projektets avkastning ska ske i definierafasen, alltså vad man tjänar på att utföra projektet. Projektets avkastning kan bestämmas i tre fokusgrupper, kund, pengar och medarbetare. Inom Sex Sigma är det vanligt att i definierafasen rita upp ett flödesschema för att få en övergripande bild över processen gång. Detta flödesschema är ett bra verktyg att använda senare i DMAIC-processen. (Sörqvist & Höglund, 2007)

2.4.1.2 M = Mäta, Measure

Under fasen Mäta så granskas problemet i detalj. Man granskar när problemet uppstår, hur det uppstår samt konsekvenser av att problemet inträffar. Mätfasen har stor betydelse för Sex Sigmas framgång. Det är viktigt att utgå från fakta när information samlas i mätfasen. För att hitta rätt fokus på projektet kan man använda befintlig data för att hitta trender över vad som kan förbättras. Det är viktigt att analysera den befintliga informationen och kontrollera att den är tillförlitlig för att få ett pålitligt resultat. Genom att använda både ny och befintlig data blir resultatet mer tillförlitligt.

Ett övergripande flödesschema utgör en grund för att identifiera mätetal i processen, detta för att få en tydligare bild av det som ska förbättras. När det som ska förbättras är bestämt är det viktigt att ta fram informationen som senare i DMAIC-processen ska analyseras. Informationen används för att ta fram mätetal som kan jämföras före och efter förändringen som görs på prov. (Brassard, Finn, Ginn & Ritter, 1994)

2.4.1.3 A = Analysera, Analyze

I fasen Analysera är målet att med hjälp av data kunna bekräfta grundorsaken till problemet. Alltså svara på frågan varför en trend uppstår men även vad som kan komma att påverka trenden. Informationen som samlats i mätfasen analyseras och sammanställs genom att beskriva olika trender. För att finna olika trender måste man

utforska möjliga orsaker till att problemet uppstår. Därefter organisera de möjliga orsakerna för att kunna tydliggöra vad grundorsaken är och om möjligt vart den uppstår.

Här är statistiska metoder användbara för att sammanställa ett orsak-verkan-diagram. Ett orsak-verkan-diagram är ett bra hjälpmedel när grundorsaker till ett problem ska identifieras. När grundorsakerna har blivit identifierade försöker man sedan eliminera dess påverkan i nästa fas som är Förbättra. (Sörqvist & Höglund, 2007) (Bergman & Klefsjö, 2012).

2.4.1.4 I = Förbättra, Improve

I fasen Förbättra är målet att skapa möjliga lösningar till grundorsakerna. Detta görs genom att använda den data som har tagits fram i analysfasen. Därefter väljs den lösning som anses ge den bästa förbättringen. När tillvägagångssättet är infört mäts resultaten och effekterna utvärderas. Om effekterna är goda går man till nästa steg där tillvägagångssättet ska säkerställas. (Sörqvist & Höglund, 2007)

2.4.1.5 C = Styra, Control

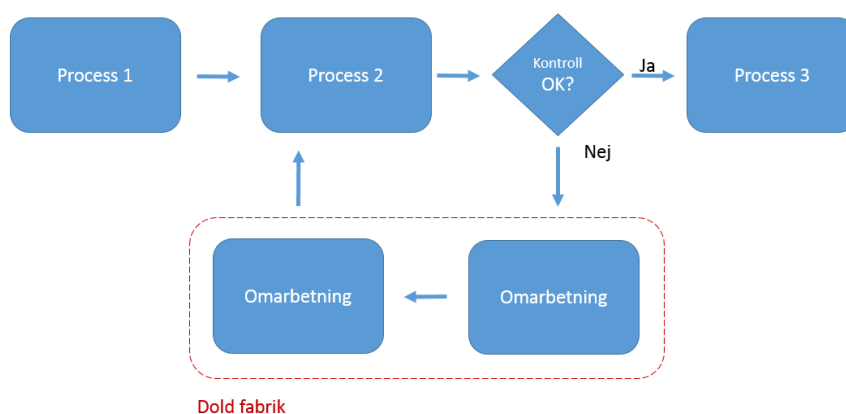
I fasen styra är målet att det resultat som uppnåtts genom förbättringen blir bestående. Detta görs genom att utveckla och dokumentera nya rutiner. För att nya rutiner ska kunna införas är det viktigt att personalen utbildas. Därefter måste den nya metoden övervakas för att se att den utförs på rätt sätt samt för att kunna säkerställa att resultatet blir densamma. (Sörqvist & Höglund, 2007)

2.4.2 Kvalitetsverktyg

Nedan beskrivs utvalda kvalitetsverktyg som har använts i projektet.

2.4.2.1 Processkarta

Processkarta är ett utav kvalitetsverktygen i Sex Sigma metodiken. Processkartan ger en visuell beskrivning över flödet i en process, se figur 9. Denna metod är bra för att upptäcka så kallade dolda fabriker. Dolda fabriker är icke värdeskapande för slutprodukten. Exempel på dolda fabriker är när man får göra om produkter eller då man lagrar produkter i onödan. Vid funna dolda fabriker önskas dessa ofta elimineras för att öka lönsamheten och minska bundet kapital. (Brassard, Finn, Ginn & Ritter, 1994)

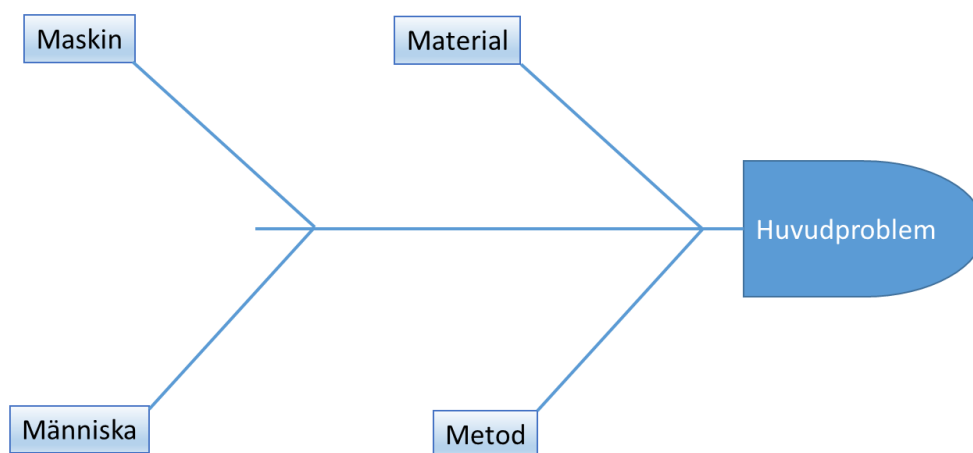


Figur 9: Exempel på en processkarta med dold fabrik.

2.4.2.2 Orsak-verkan-diagram

Orsak-verkan-diagram tas fram för att hitta olika faktorer som påverkar huvudproblemet, se figur 10. Inom Sex Sigma handlar huvudproblem ofta om variationer eller brister som påverkar processen negativt. För att finna olika faktorer till problemet ställer man upp olika orsaker som kan tänkas påverka variationerna eller eventuella brister. När dessa orsaker ställs upp sker det ofta baserat på erfarenheter och kreativt tänkande. För att få fram dessa orsaker är processkartan ofta ett värdefullt hjälpmedel då orsak-verkan-diagram ska tas fram.

Därefter väljs de faktorer som är mest intressanta för fortsatt analys. Valet av faktorer kan ske med hjälp av dataanalys. Dataanalysen visar på vilken orsak som har störst inverkan på det aktuella problemet samt vilken som är mest lönsam att eliminera. Efter att orsak-verkan-diagrammet är klart går man vidare med att identifiera möjliga åtgärder. (Brassard, Finn, Ginn & Ritter, 1994)



Figur 10: Orsak-verkan-diagram.

2.4.2.3 Statistisk försöksplanering (SFP)

Statistisk försöksplanering förkortas SFP och är en metod för att analysera data. Genom att använda sig av Statistisk försöksplanering kan man effektivt söka efter samband mellan processvariabler och processens resultat. Detta genom att göra ändringar av parametrar för att påverka resultatet. Statistisk försöksplanering används inom DMAIC-metodikens fas Analysera men även inom fasen Förbättra. När man utför en Statistisk försöksplanering är det viktigt att ha grundläggande information om bakgrunden till problemet. Därmed är DMAIC-metodiken ett bra underlag då mycket data redan är insamlad i de tidigare faserna. (Brassard, Finn, Ginn & Ritter, 1994)

2.4.2.4 Mätsystemanalys och repeterbarhet och reproducerbarhet

En mätsystemanalys, MSA, görs för att ta reda på hur mycket variation det finns i mätningarna. Man kan då också se varifrån variationen kommer, om det kommer från mätverktyget, mätprocessen eller från produkten. Man kan utföra en MSA för att ta reda på om mätningssystemet behöver ändras innan datainsamling påbörjas. Utifrån mätsystemanalysen kan man avgöra hur tillförlitlig mätningen är i repeterbarhet och reproducerbarhet.

Repeterbarhet och reproducerbarhet innebär att det finns variationer i mätsystemet som orsakas av skillnader mellan operatörer. Repeterbarhet innebär att en operatör gör upprepade mätningar på samma ställe på produkten. En bra repeterbarhet medför att operatören får samma mätvärden varje gång. Reproducerbarhet innebär att flera operatörer mäter på samma ställe flera gånger och får samma resultat. (Brassard, Finn, Ginn & Ritter, 1994)

2.5 Datasystem och program

De datasystem och program som har används i projektet beskrivs nedan.

2.5.1 ATACQ

ATACQ som står för, Answer To All Car Questions, är ett felåterkopplingssystem där operatörerna i produktionen anmäler fel som uppstår under processen. Dessa felanmälningar benämns som ATACQ-items. ATACQ används även som ett kommunikationssystem inom företaget, då en felanmälning i produktionen kan återställas senare i kedjan. Alla rapporterade fel sparas i ATACQ för framtida analys. Utifrån alla sparade felanmälningar i ATACQ sammanställs kontinuerligt statistik över dessa felanmälningar.

Felåterkopplings statistik är ett viktigt hjälpmedel för att finna trender som kan avslöja systematiska fel i produktion eller konstruktion. Med ATACQ-systemet säkerhetsställs det att inga bilar med ATACQ-items kvar lämnar fabriken, alltså att alla felanmälningar ska ha åtgärdats. Först när alla felanmälningar är eliminerade anses bilen vara klar.

2.5.2 CM4D

CM4D står för Coordinate Measuring Machine Management Mechanism for Data. CM4D är ett datorprogram som kan användas för exempelvis lagring och analysering av mätdata av alla komponenter av alla bilmodeller. Det finns även helhetsbilder av bilarna som visar hur alla komponenter sitter ihop.

2.5.3 PROST

PROST som står för Produktionsordningssystem är ett datasystem som sparar information om karosserna i produktionen. Det finns en meny med olika informationssidor i programmet. I projektet användes informationssidorna Geoplats och Historik.

Geoplats hanterar alla karosser som åkt förbi en specifik station. Där visas klockslag för när karosserna passerade stationen samt karossnummer. Karossnummer är ett unikt nummer som varje kaross blir tilldelad.

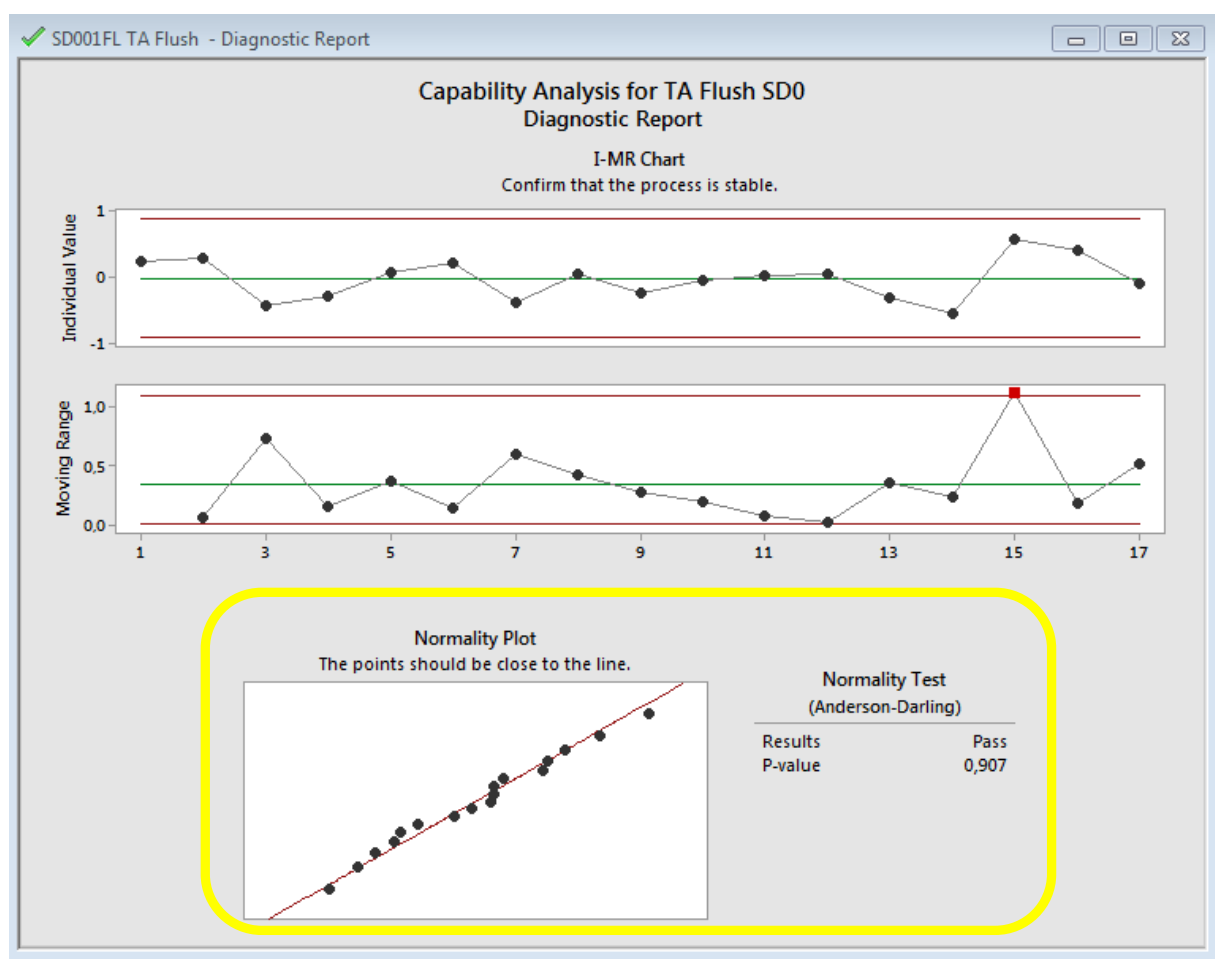
Historiken visar alla stationer som en specifik kaross har passerat. Där visas även klockslag för när karossen passerade samt karossnummer.

2.5.4 Minitab

Minitab är ett dataprogram som ofta används i samband med Sex Sigma projekt. Minitab är ett program som används för att jämföra och analysera data från hypotesprövning. Minitab innehåller många olika verktyg som hjälper till att visualisera resultaten från hypotesprövningarna. I projektet användes verktygen Hypotestest och Kapabilitetsanalys.

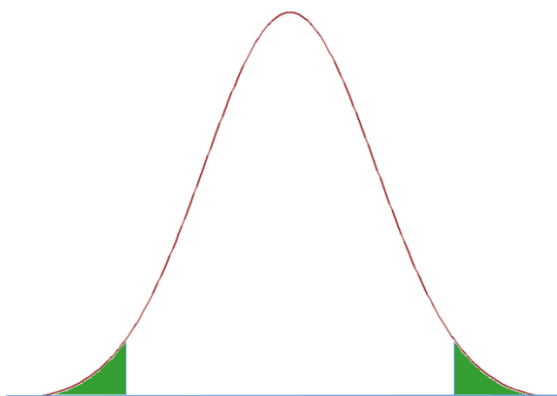
2.5.4.1 Kapabilitetsanalys

Kapabilitetsanalys är ett verktyg i Minitab som visar hur duglig processen är. Utifrån Kapabilitetsanalys kan en normalitetsplot, se figur 11, samt ett kapabilitetshistogram över ett mättillfälle tas fram, se figur 13. Utifrån normalitetsploten fås ett P-värde som visar om värdena är normalfördelade eller inte. Då P-värdet är över 0,05 är mätvärdena normalfördelade se figur 11.



Figur 11: Kapabilitetsanalys, Gula området visar en normalitetsplot samt P-värde.

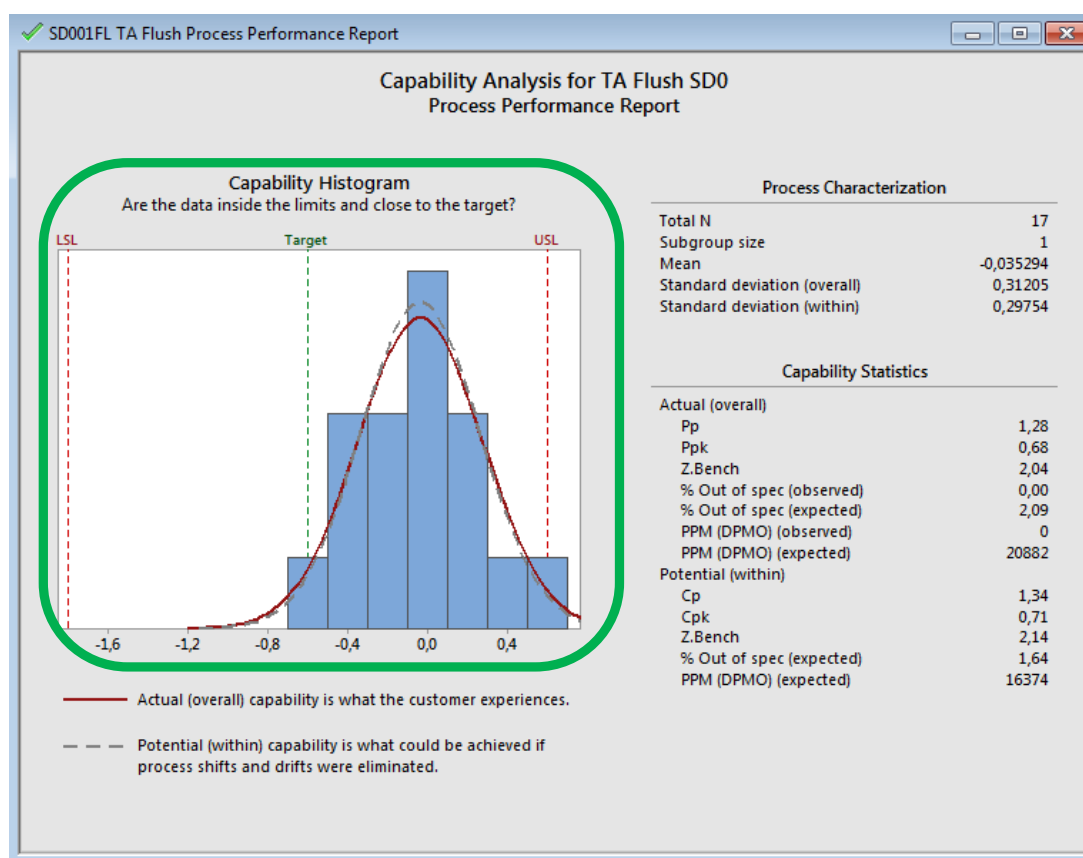
P-värde betyder sannolikhetsvärde och är enhetslöst. P-värdet är en sannolikhetssiffra på vad som hamnar utanför toleransgränser. För att säkra 95 procent säkerhet i analyseringen av data används en alfafaktor på 5 procent. Denna alfafaktor är som en riskfaktor, alltså det grönmärkade området i figur 12 visar de mätvärden som inte analyseras vid 95 procent säkerhet.



Figur 12: Normalkurva, gröna området visar 5 procent alfa riskfaktor.

Att mätvärdena är normalfördelade eller inte visar på hur stor spridning av mätvärdena det är. Då det är stor spridning i mätresultatet finns det risk att mätvärdena inte är normalfördelade.

Från kapabilitetshistogrammet fås informationen om mätvärdena är inom toleransgränserna se figur 13. I figuren är toleransgränserna markerade med röda sträck och målvärdet visas med ett grönt sträck. Den röda kurvan i figuren är den aktuella normalfördelningen och den sträckande kurvan är den potentiella normalfördelningen. Kapabilitetshistogrammen är bra för att få en överblick över hur varje mätpunkt ser ut. Det skapar förståelse för spridningsutfallet.



Figur 13: Kapabilitetsanalys, Gröna området visar ett kapabilitetshistogram.

2.5.4.1.1 Cp och Cpk

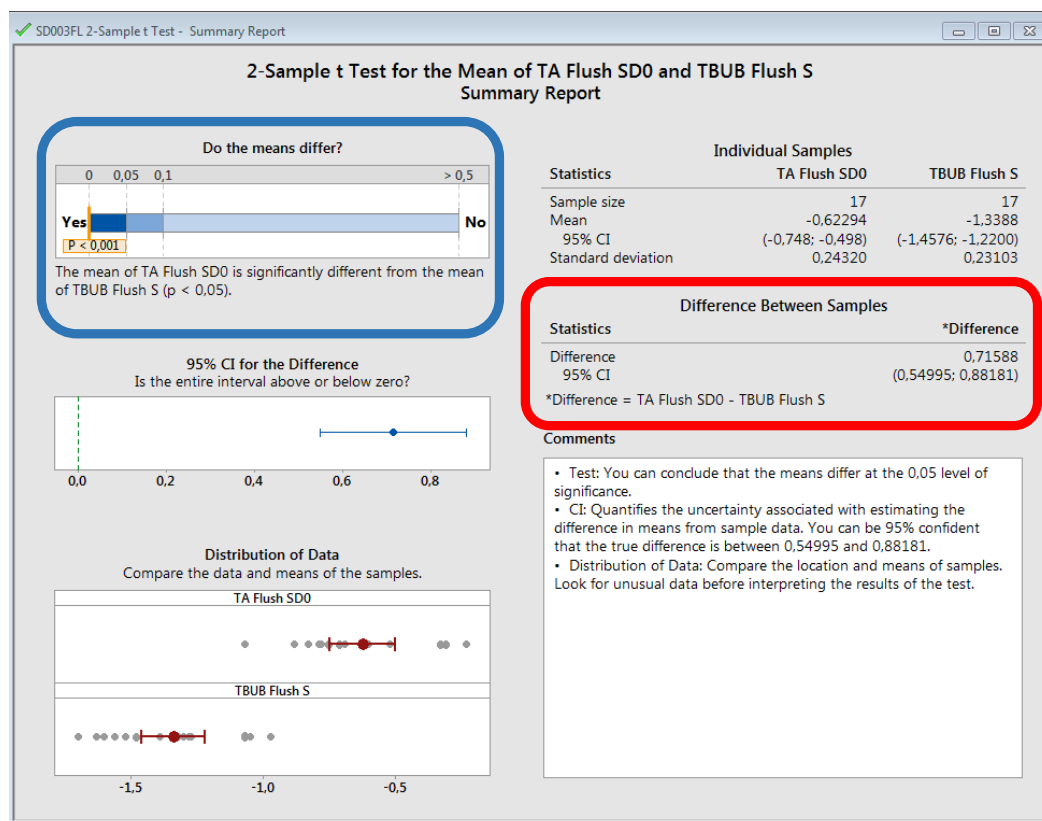
Cp står för process capability och är ett måttetal för hur kapabel en process är. Ett Cp-värde som är större än 1,0 visar på god duglighet för processen. Man vill ha så bra Cp-värde som möjligt innan man börjar förbättra Cpk-värdet.

Cpk står för process capability index och är en reglering av Cp-värdet. Cpk-värdet är en siffra på hur kapabel en process är, i förhållande till toleransgränserna. Cpk-värdet räknas från processens medelvärde till den närmaste toleransgränsen. Ett Cpk värde över 1,33 används för att visa på att processen presterar väl inom satta toleransgränser enligt Volvos krav. (iSixSigma, 2015).

2.5.4.2 Hypotestest

Hypotestest är ett utav verktygen i Minitab. Med hjälp av detta verktyg kan två olika mättilfällena jämföras med varandra. Givet att nollhypotesen är sann, alltså att de inte finns någon skillnad mellan de olika mättilfällena. Denna nollhypotes förmodas vara sann till dess att det finns data som visar att den kan uteslutas. Från verktyget Hypotestest kan ett P-värde tas fram som beskriver hur mycket mättilfällena skiljer sig åt. Utifrån detta P-värde kan man då avgöra om skillnaden är signifikant. Om resultatet från hypotestestet visar på en signifikant skillnad, alltså P-värdet blir mindre än 0,05 så anses nollhypotesen vara falsk och den utesluts.

Om P-värdet är mindre än 0,05 betyder det att mättilfällena skiljer sig signifikant åt. Se till vänster i figur 14. Alltså ju lägre P-värde desto mer skiljer sig medelmätvärdena från de två mättilfällena åt. I Hypotestestet kan man även se hur mycket medelmätvärdena har förflyttat sig mellan de två tillfällena. Se till höger i figur 14.



Figur 14: Minitab Hypotestest , Rödmarkerat område visar skillnaden mellan två mättilfällena. Blåmarkerat område visar P-värdet.

3. Metod

Detta metodkapitel innehåller intervjuer med både ingenjörer och operatörer. Dessa intervjuer har hjälpt projektet i sin fortgång och utveckling. I metodkapitlet finns även tidsplanering, datainsamling och Sex Sigma-upplägget.

I början av projektet togs en planering fram om hur arbetet skulle läggas upp. Ett projektdirektiv gjordes som en överenskommelse mellan studenterna och företaget. Projektdirektivet innehåller information om vad projektet handlar om och vad det ska resultera i. En tidsplan gjordes i Excel, detta för att få en bättre översikt och underlätta för långsiktig planeringen, se bilaga A. Projektdeltagarna förde en gemensam kalender under projektet, där kortsiktig planering så som möjliga arbetstider och inplanerade möten ingick.

Projektet arbetar med Sex Sigma eftersom Sex Sigma är en metodik som är anpassad för kvalitetsförbättring. Detta passar projektet bra då målet är att förbättra justeringstiden genom att öka kvalitén. På företaget använder man sig av Sex Sigma i det dagliga arbetet vid problemlösning i syfte att förbättra processer. Sex Sigma innehåller många olika typer av kvalitetsverktyg och även upplägget DMAIC. För att få ett bättre grepp om dessa verktyg samt de metoder som används gick studenterna en veckas Green-Belt utbildning inför projektstarten för examensarbetet. Under projektets gång har kvalitetsverktygen användas för att komma vidare i förbättringsprocessen. I projektet har DMAIC metodiken följts. Studenterna gick även en kort utbildning i geometri. Där fick studenterna information om hur bilen är uppbyggd från ett geometriperspektiv.

Den befintliga ATACQ-informationen från företaget som har använts i projektet är tagna under veckorna 32-45, år 2015. Dessa veckor valdes då projektet ville ha uppdaterad information om felrapporteringen av bilarna. Utifrån alla rapporterade fel från denna tidperiod valde projektet senare att avgränsas till en bilsida.

För att få reda på hur lång tid det tar att justera dörrarna på modell XC90 gjordes en tidtagning. Tidtagningen skedde under ett arbetspass och bilarna justerades av flera olika operatörer. Från projektdirektivet är målet med projektet att minska justeringstiden därför gjordes tidtagning för att få en utgångspunkt på medeljusteringstiden.

I början av projektet gjordes en intervju med Haris Balic som är handledare för projektet. Intervjun gick ut på att ta reda på så mycket som möjligt om justeringstider. Denna intervju var viktigt för studenterna för att förstå komplexiteten av justeringstider.

För att kunna få ett utgångsläge på dörrpassningen gjordes en intervju av Martin Pontusson som är geometriingenjör på Volvo Personvagnar. Intervjun gick ut på att välja ut lämpliga mätpunkter på bilen som beskriver dörrrens passning. Då denna mätning skulle ske under produktionstid är det viktigt att optimera mätningsoperationen. Vid mätning av bilar används två mätverktyg för att mäta flush och spel på bestämda punkter.

När mätdata från bilarna tagits fram analyserades dessa i Minitab med hjälp av programverktögen Kapabilitetsanalys och Hypotestest. Kapabilitetsanalys är ett verktyg i Minitab som visar hur duglig processen är. Det är viktigt att veta om processen är duglig eller ej för att veta om processen är pålitlig. I Hypetetestet kan två olika mättillfällen jämföras med varandra. I projektet är det viktigt att jämföra olika mättillfällen för att se om en förbättring har skett.

4. Resultat

Resultatkapitlet är uppbyggt efter Sex Sigmas upplägg DMAIC.

4.1 Definiera

Utifrån projektdirektiven skapades målbilden för projektet. Grundkonceptet är att minska den totala justeringstiden för bilmodell XC90 sidodörrar genom att finna och eventuellt eliminera felkällor i processen. Den totala justeringstiden kan delas upp i värdeskapande och icke värdeskapande justeringstid. Den värdeskapande tiden är tid som ökar produktens värde. Den icke värdeskapande tiden är tid som inte har någon påverkan på produktens värde, denna tid kan dock vara nödvändig för att slutföra processen. För att minska den totala justeringstiden ser man främst över den icke värdeskapande då denna ofta är mer kostnadseffektiv att påverka.

4.1.1 Datainsamling

Informationsinsamling genom kontroller och datainsamling gjordes för att finna gemensamma nämnare som kan kopplas till felkällor. Intervjuer av både ingenjörer och de montörer som behandlar dörrarna har ägt rum, detta för att få deras syn på situationen och vart på dörren som den är svårjusterad.

Volvo Personvagnar har databaser med information om felanmälningar och bilens uppbyggnad. I projektet användes programmen ATACQ och CM4D. Programmet ATACQ användes för att undersöka och sammanställa felanmälningar som användes vid sökandet efter felkällor. Programmet CM4D användes för att ta fram CAD-bilder till projektet. Några av dessa bilder används i rapporten. Genom att använda den data som redan finns på företaget sparar projektdeltagarna den tid det skulle ta att samla egen information. Då projektet har en tidsbegränsning som ska hållas är detta värdefull tid att lägga på vidareutveckling av projektet.

4.1.2 Processkarta och orsak-verkan-diagram

För att skapa en bättre förståelse över verkstaden och processens gång gjordes en detaljerad processkarta över flödet se bilaga B. Detta gav en överblick över var i processen som möjliga felkällor kunde uppstå. Utifrån processkartorna användes verktyget orsak-verkan-diagram, för att enklare kunna upptäcka vart i processen felkällor kan uppstå, se bilaga B.

4.2 Mäta och analysera

Ett framgångsrikt förbättringsarbete utgår från fakta. I projektet har både befintlig fakta samt ny fakta tagits fram. Befintlig fakta har tagits fram från företagets interna databaser i form av ATACQ-data. Ny data togs fram genom kartläggning av den nuvarande processen och genom statistisk försöksplanering.

4.2.1 Kartläggning av den nuvarande processen

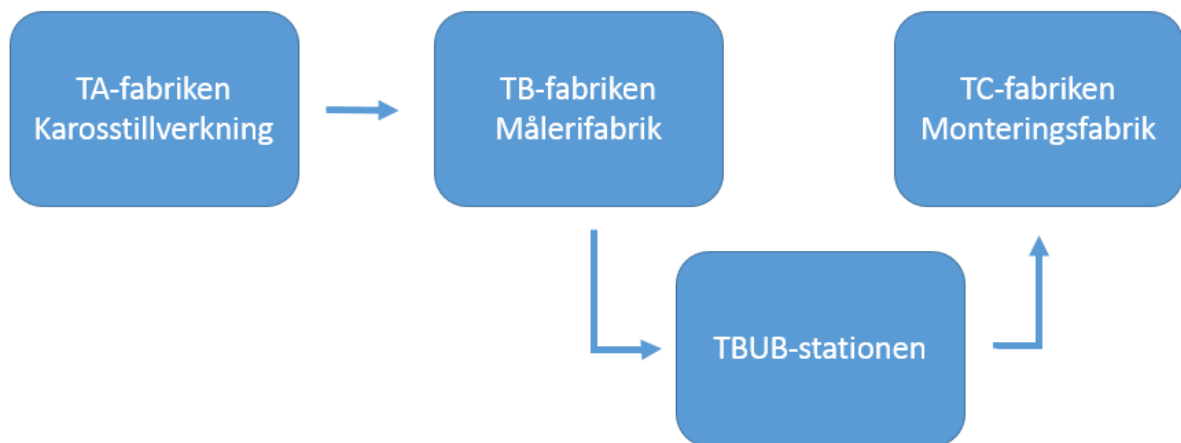
Utifrån orsak-verkan-diagrammet togs den möjliga felkällan, dörrflöde mellan TA-fabriken och TC-fabriken fram som en intressant faktor för projektet. Det som är intressant att veta är hur dörrrens passning förändras från TA-fabriken till TC-fabriken. Då det är i TC-fabriken som justering av dörrar utförs.

För att ta reda på om det uppstår en förändring i dörrrens passning mäter man hur dörren sitter i TA-fabriken respektive senare i flödet. För att ta reda på hur dörren sitter i respektive fabrik utformades en kartläggning över den nuvarande processen. Kartläggningen utformades på det sättet att dörrrens passning mäts i TA-fabriken och efter dörrpåhängningen i TC-fabriken. Detta för att få en komplett uppföljning av dörrrens flöde och se om dörrpassningen förändrats under flödet.

För att se hur dörren förändras på vägen från montering i TA-fabriken till TC-fabriken är det bästa sättet att genomföra en kartläggning. Kartläggningen gick ut på att samla in mätvärden på hur dörren sitter i TA-fabriken och sedan följa upp hur dörren sitter senare i flödet.

I TC-fabriken sitter det lister på både dörr och kaross. Listerna är till för att stänga ute väta och minska ljudnivån i bilen. Dock skapar dessa lister så pass stor friktion och motstånd att mätvärdena för kartläggningen av processen inte skulle bli tillförlitliga. Då kartläggningen kräver att mätvärden tas utan att låsbygeln är monterad finns det inget som håller dörren stängd. Listerna på bilen skapar så stort motstånd att verktyg inte fanns att tillgå för att kunna hålla dörren stängd. För att få pålitliga mätvärden för kartläggningen krävs det att kraften som håller dörren stängd är konstant under hela mätningen vilket inte kunde genomföras.

Följaktligen genomfördes uppföljningen av kartläggningen på TBUB-stationen istället, se figur 15. TBUB är den sista stationen innan bilen kommer in i TC-fabriken och där kunde även kartläggningen äga rum utan att påverka produktionen. På TBUB-stationen finns det inte några lister på varken dörr eller kaross som skulle kunna påverka mätresultaten. Dock finns det en tillfällig låsbygel på karossen som håller in dörren. För att kartläggningen skulle ha samma förutsättningar i TA-fabriken och på TBUB-stationen behövdes den tillfälliga låsbygeln tas bort, då denna inte finns i TA-fabriken. För att minska den yttre påverkan vid mätningen togs alltså den tillfälliga låsbygeln bort. Därmed blev testet att mäta bilarna på TBUB-stationen istället för i TC-fabriken.

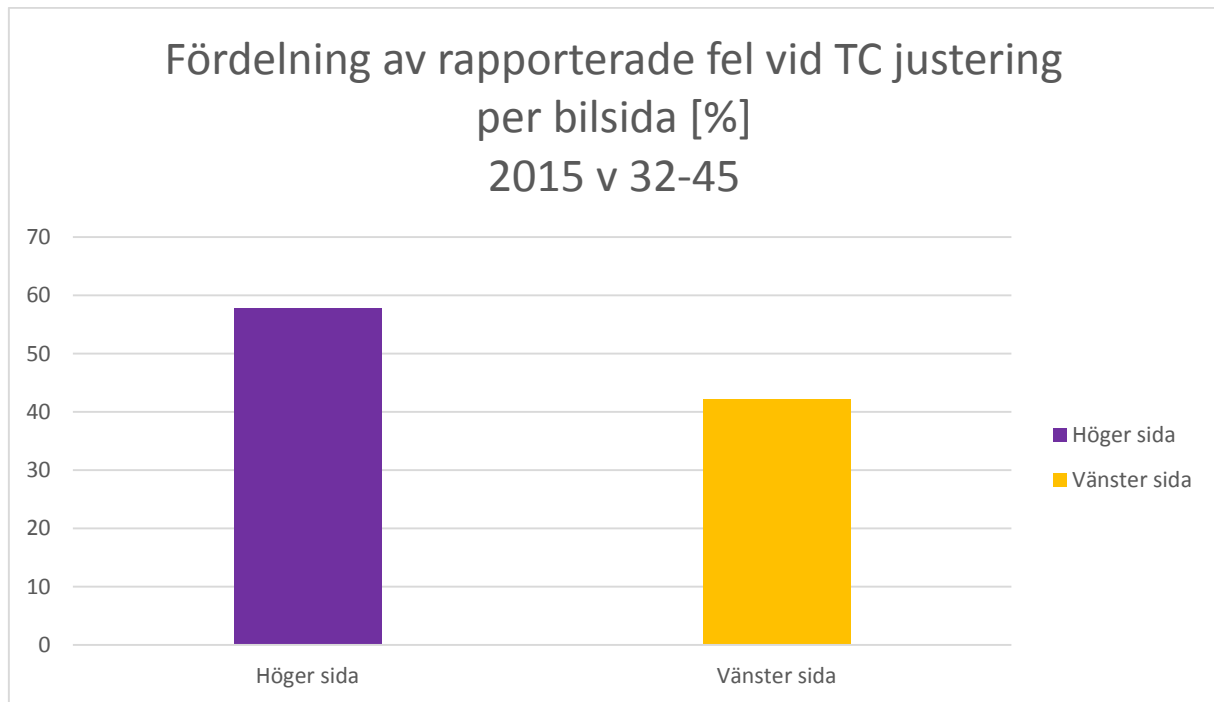


Figur 15: Processkarta över nuvarande process.

Det går inte att garantera när bilarna kommer fram till TBUB-stationen, då ordningen på bilarna är olika i fabrikena. Ordningen beror på hur bilarna beställs in i TC-fabriken. För att säkra ett bra mätresultat behövs fler bilar mätas i TA-fabriken än på TBUB-stationen. De bilar som både mäts i TA-fabriken och på TBUB-stationen är de bilar som kommer att analyseras för nuvarande process.

För att underlätta tidsplaneringen för kartläggningen användes Produktionsordningssystemet, PROST. I PROST kan man se behandlingstider för alla stationer i TB-fabriken. Detta medför att det blir enklare att räkna ut när bilarna borde anlända till TBUB-stationen från TA-fabriken.

På grund av tidsbrist och personalbrist valde studenterna att begränsa kartläggningen till en bilsida. För att besluta vilken av bilsidorna som borde väljas användes felåterkopplingssystemet ATACQ. Då projektet är utformat för att hitta felkällor som kan bidra till att reducera justeringstiden vid TC-fabrikens dörrjustering togs statistik från dörrjusteringen fram som hjälpmedel. Utifrån data från ATACQ, se bilaga C, står den högra sidan för de flesta felanmälningar som rapporterats under hösten, se figur 16. Därför avgränsades projektet till bilens högra sida.



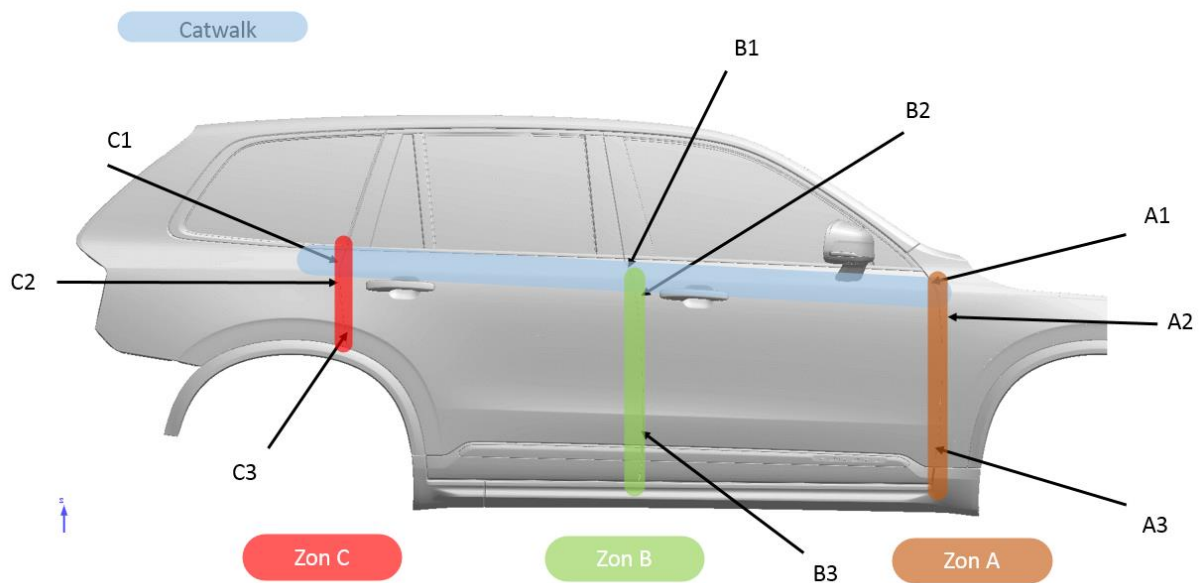
Figur 16: Baserad på data från ATACQ, uppdelat per bilsida.

4.2.1.1 Mätpunkter

För att utforma mätningen av den nuvarande processen på bästa sätt rådfrågades personer inom företaget för att ta fram lämpliga mätpunkter på bilarna. De lämpliga mätpunkterna används för att avgöra dörrens passning mot kaross. Det är viktigt att begränsa antalet mätpunkter då projektet har en tidsbegränsning vid genomförandet. (Pontusson, 2015).

Det som är intressant för projektet är att se hur dörren sitter i förhållande till karossen. Detta görs genom att mäta spel och flush på de utvalda mätpunkterna. Det är viktigt att mäta både spel och flush, då de samspelar med varandra. Det är nio stycken mätpunkter som är mest intressanta för projektet. I projektet är mätpunkterna uppdelade i tre zoner. Första zonen, zon C ligger mellan bakskärm och bakdörr. Andra zonen, zon B ligger mellan bakdörr och framdörr. Den tredje zonen, zon A ligger mellan framskärm och framdörr, se figur 17.

De övre mätpunkterna för varje zon ligger på en så kallad catwalk, i projektet kallas dessa punkter för A1, B1 och C1. Utifrån punkterna på catwalken kan man avgöra dörrens position i z-led. De mittersta mätpunkterna ligger i jämnhöjd med handtagen, A2, B2 och C2. De undre mätpunkterna är belägna längst ned på zonen, A3, B3 och C3, se figur 17.



Figur 17: Mätpunkter för nuvarande process, modell från CM4D.

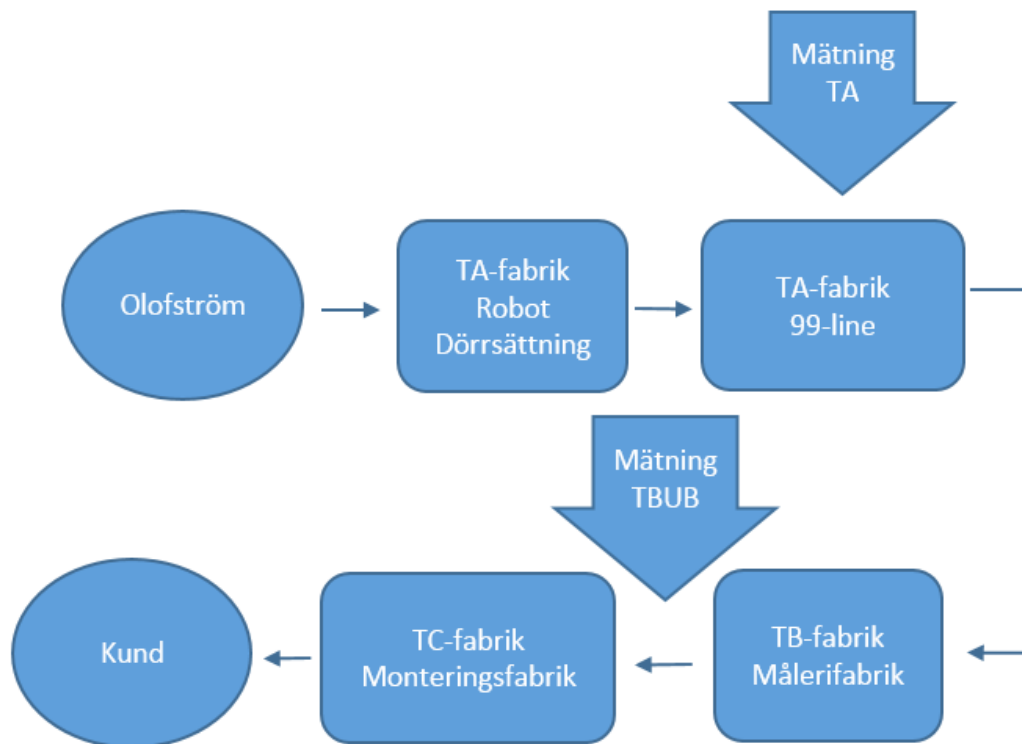
De mätverktyg som användes var:

- Flush-klocka
- Skjutmått

Flush-klockan användes för att mäta flushen vid alla punkter. Skjutmåttet används för att mäta spelet. Spelet mäts vid punkterna, A2,A3,B2,B3,C2,C3, alltså alla punkter utom de på catwalken. Man mäter inte spelet på catwalken eftersom den inte går att påverka. Alla flush-klockor och skjutmått som användes i kartläggningen kalibrerades innan användning.

4.2.1.2 Genomförandet av kartläggning av nuvarande process

Förloppet på kartläggningen sker i form av att bilarna först mäts i TA-fabriken och sedan på TBUB-stationen, se figur 18. Dörrens stomme levereras till TA-fabriken från en Olofström. Därefter monteras dörren på karossen av en robot. På 99-line i TA-fabriken mättes bilen för kartläggningen innan bilen åker vidare in i TB-fabriken för målning. När bilen är målad mättes samma bil igen på TBUB-stationen, stationen ligger strax innan bilen åker vidare in i TC-fabriken, se figur 18.



Figur 18: Nuvarande processflöde med kartläggningens mätstationer.

Då dörren inte kan hållas stängd av sig själv används ett verktyg i form av en kloss med magneter i båda ändar för att stänga dörren, se figur 19. I mät-förloppet användes två klossar, en till varje dörr. När dörren stängs med hjälp av klossen används flush-klockan för att fixera dörren i ett förutbestämt flush-mätvärde i punkt B2 och C2. Se figur 20. Mätvärdet på punkterna B2 och C2 är förbestämt för varje bilmodell och behövs därför bara justeras till rätt värde med hjälp av klossen. I kartläggningen mäts dörarna på höger sida på alla bilar. Alla mätvärden dokumenteras för framtida sammanställning och analys.



Figur 19: Kloss med magneter, pilarna markerar magneterna som sitter på undersidan.



Figur 20: Kaross med två magnetklossar.

Vid mätning börjar man att mäta i zon C, alltså bakdörren. Detta eftersom dörrarna påverkar varandra. Man börjar med att mäta flush-värdet på alla punkter. Detta genom att börja att fixera punkt C2, mellan bakdörr och bakskärm med hjälp av klossen med magneter samt en flush-klocka. På klossen kan man reglera flush-värdet genom vridning, detta flush-värde kontrolleras sedan med hjälp av flush-klockan. När värdet på punkt C2 är korrekt, det vill säga det förutbestämda värdet, mäter man resterande mätpunkter i zon C.

Därefter går man vidare till zon B, som ligger mellan bakdörr och framdörr och fixerar mätvärdet vid punkt B2 till det förutbestämda värdet. Detta genom ytterligare en kloss med magneter samt en flush-klocka. Sedan mäter man resterande mätpunkter i zon B med flush-klocka. I zon A behöver inget justeras utan där mäts de tre mätpunkterna som vanligt med flush-klockan.

När alla punkter har mätts med flush-klocka ska alla spel mätas med skjutmått. Klossarna med magneter låter man sitta kvar under tiden man mäter spelet för att bevara mät-säkerheten. Spelet mäts på alla punkter förutom de tre övre mätpunkterna som ligger på catwalken. Mätningens procedur för att mäta spelet går till på samma sätt som för mätningen med flush-klockan, alltså genom att man börjar mäta i zon C.

I och med att bilarna kommer i en annan ordning till TBUB-stationen än hur de lämnade TA-fabriken är det svårt att förutsäga när bilarna kommer att vara vid TBUB-stationen. En viss förvarning fås via datasystemet produktionsordningssystem som förkortas PROST. Programmet visar bilens historik, alltså vart den befinner sig. När

bilen kommer till TBUB-stationen ställs bilen av från sitt ordinarie flöde, detta för att kunna utföra kartläggningen utan att göra större påverkan på produktionen.

Det första som görs vid mätning på TBUB-stationen är att den tillfälliga låsbygeln demonteras från karossen vid båda dörrarna. Detta sker med hjälp av en skruvdragare. Dörren stängs med klossen på samma sätt som i TA-fabriken, dock för att undvika lack skador förses magneterna på klossen med skyddade tejp. Därefter mäts punkterna på samma sätt som i TA-fabriken. När mätvärdena dokumenterats skruvas den tillfälliga låsbygeln tillbaka för att återställa bilens ursprungliga tillstånd innan den åker tillbaka in i flödet.

4.2.1.3 Analysering av kartläggning av nuvarande process

Vid analysering av kartläggningen av den nuvarande processen användes två olika verktyg i programmet Minitab. De två verktygen är Kapabilitetstest och Hypotestest.

4.2.1.3.1 Kapabilitetstest i Minitab

För att analysera den nuvarande processen har Minitab varit ett bra hjälpmedel. Verktöget Kapabilitetstest användes för att få fram en normalkurva för varje mätpunkt i TA-fabriken samt på TBUB-stationen. Utifrån dessa normalkurvor konstaterades det att alla mätpunkter var normalfördelade i TA-fabriken men inte på TBUB-stationen. Normalkurvan tar hänsyn till punktens toleransgränser och hur medelvärdet ligger i förhållande till målvärdet. Icke normalfördelade kurvor visar på en större spridning. En större spridning innebär mindre säkerhet i produktionen. Därför vill man minska spridningen för att minska variationen på resultatet.

Då alla mätpunkter var normalfördelade i TA-fabriken men inte på TBUB-stationen kan det tyda på att processen från TA-fabriken till TBUB-stationen inte är stabil. I tabell 1 och 2 visas vilka av punkterna i den nuvarande processen som bedöms som OK/NOK, alltså vilka av punkterna som är normalfördelade och inte. De punkter som är markerade med OK har därmed normalfördelade mätvärden.

Table 1: P-värden vid flush-mätning i TA-fabriken och på TBUB-stationen.

Mätpunkter	P-värde TA	OK/NOK TA	P-värde TBUB	OK/NOK TBUB
A3	0,907	OK	0,678	OK
A2	0,067	OK	0,285	OK
A1	0,324	OK	0,036	NOK
B3	0,813	OK	0,022	NOK
B1	0,072	OK	0,807	OK
C3	0,136	OK	0,03	NOK
C1	0,742	OK	0,629	OK

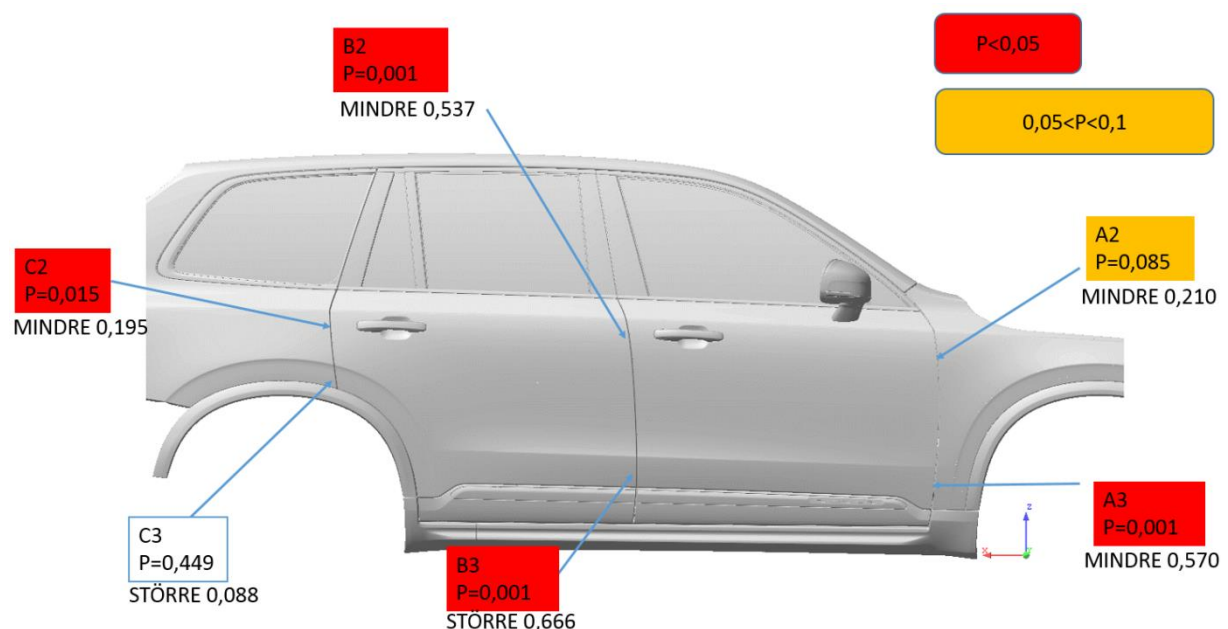
Table 2: P-värden vid spel-mätning i TA-fabriken och på TBUB-stationen.

Mätpunkter	P-värde TA	OK/NOK TA	P-värde TBUB	OK/NOK
A3	0,142	OK	0,352	OK
A2	0,682	OK	0,08	OK
B3	0,409	OK	0,615	OK
B2	0,970	OK	0,027	NOK
C3	0,344	OK	0,082	OK
C2	0,717	OK	0,009	NOK

4.2.1.3.2 Hypotestest i Minitab

Med verktyget Hypotestest i Minitab kunde de två olika mättillfällena jämföras och ett P-värde tas fram. P-värdet visar hur mycket medelvärdet från de två olika tillfällena har förändrats. Enligt en erfaren ingenjör stämmer de mätvärden och P-värden som tagits fram överens med de tendenser som dörrarna normalt visar.

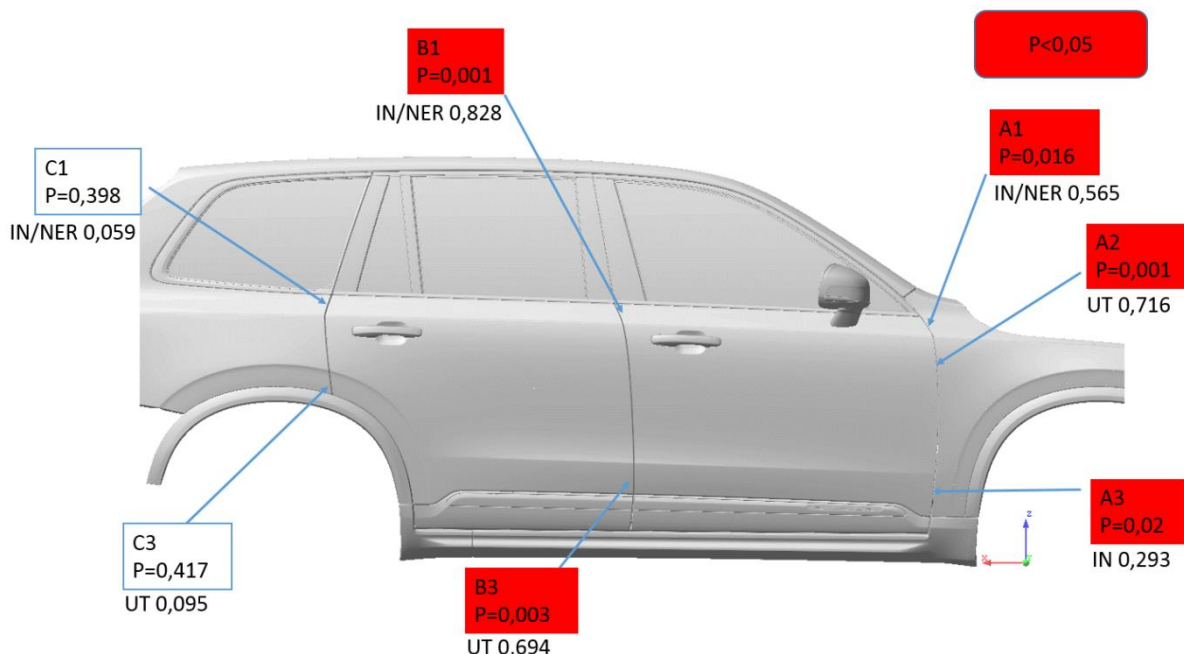
I figur 21 visas spelet över alla punkter. I figuren visas även att alla punkter utom C3 har ändras från TA-fabriken till TBUB-stationen. Detta tyder på att en förflyttning sker mellan TA-fabriken och TBUB-stationen.



Figur 21: P-värde och medelförflyttning [mm] från Hypotestest, Spel.

Vid analysering av flushen i figur 22 är P-värdet vid punkterna C1 och C3 över 0,05. Det betyder att mätvärdena mellan TA-fabriken och TBUB-stationen inte skiljer sig så mycket åt, vilket innebär att det inte sker någon signifikant förflyttning. De övriga punkterna B1, B3, A1, A2 och A3 är rödmarkerade eftersom de har P-värden under

0,05. Detta innebär då att det sker en förflyttning av punkterna mellan TA-fabriken och TBUB-stationen. Som man kan se i tabell 3 har både punkterna A1, A2, A3, B1 och B3 lågt P-värde jämfört med de andra punkterna. Detta tyder på att framdörren är ostabil. För att på ett bättre sätt kunna jämföra de olika mätillfällena tog medelförflyttningen fram för varje punkt.



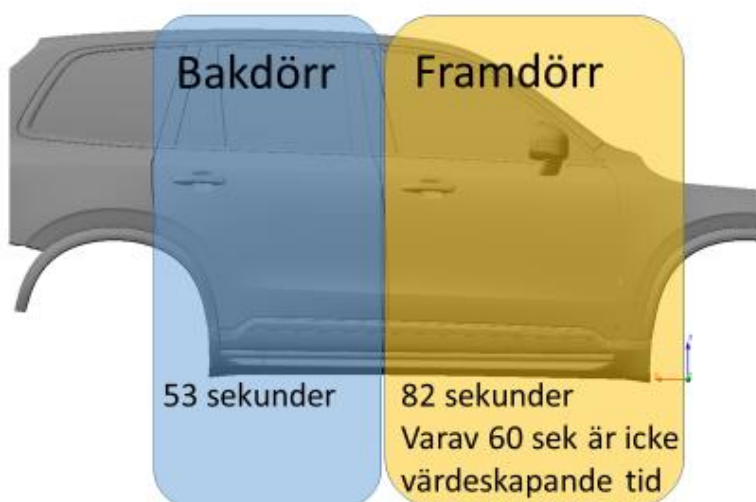
Figur 22: P-värde och medelförflyttning [mm] från Hypotestest, Flush.

Tabell 3: Förflyttning av punkter i flush.

Punkt	P-värde	Förflyttning	Medelförflyttning [mm]
A1	0,016	In/ner	0,565
A2	0,001	Ut	0,716
A3	0,02	In	0,293
B1	0,001	In/ner	0,828
B3	0,003	Ut	0,694
C1	0,398	In/ner	0,059
C3	0,417	Ut	0,095

4.2.1.3.3 Avgränsningar inför test

I kartläggningen framkom att alla punkter på framdörren visar stor förflyttning mellan TA-fabriken och TBUB-stationen. För att veta vilka av punkterna på framdörren som projektet skulle arbeta vidare med användes intervjuerna som ägde rum i början av projektet. Genom att intervjua operatörer vid dörrjusteringen observerades att punkterna vid zon B tar längst tid att justera. Detta bekräftas även vid tidtagning av justeringstiden då det var en markant skillnad av justeringstid av fram- och bakdörr se figur 23. Som visas i tabellen ovan, tabell 3 har punkterna B1 och B3 stora förflyttningar mellan TA-fabriken och TBUB-stationen. Båda punkterna är lokaliserade i zon B och därmed valdes dessa punkter att fokuseras på i den statistiska försöksplaneringen, alltså det kommande testet.



Figur 23: Tidtagning av dörrjustering.

4.2.2 Statistisk försöksplanering (SFP)

Resultatet av kartläggningen visade att spridningen på mätvärdena mellan TA-fabriken och TBUB-stationen var signifikant, speciellt vid framdörren. Från orsak-verkan-diagrammet togs punkten "fjärde skruven" fram som den processvariabel som skulle kunna påverka dörrens stabilitet. Teorin som testet vill utforska är om den fjärde skruven är ett avgörande stabiliseringsmoment i processen. En förbättring av dörrens stabilitet i processen innebär att skillnaden mellan mätvärdena mellan TA-fabriken och TBUB-stationen borde minska.

Då man ökar stabiliteten ökar också P-värdet, då dessa är samspelade. Meningen med testet är alltså att få ner spridningen mellan fabrikerna genom att skruva dit den fjärde skruven redan i TA-fabriken. Den fjärde skruven skruvas idag på bilen i TC-fabriken. Gångjärnet sitter fast i karossen med hjälp av fyra skruvar varav en utav dessa är den fjärde skruven, se figur 24. Den fjärde skruven har fått sitt namn av att det är den sista skruven som skruvas fast i gångjärnet. Genom analysering av kartläggningen av den nuvarande processen kommer testet avgränsas till framdörren och punkterna i zon B. Testet utförs på höger bilsida, precis som mätningen i kartläggningen.

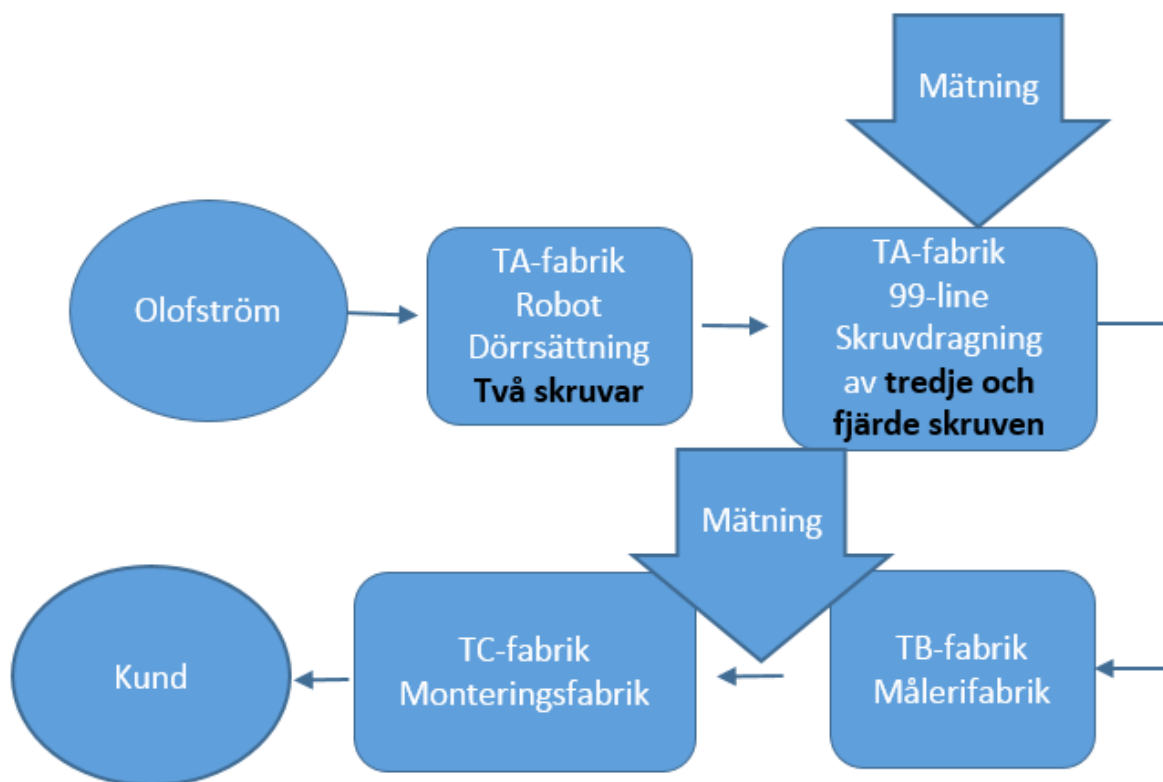


Figur 24: Den inringade skruven är den så kallade fjärde skruven.

Mätpunkterna som kommer att användas i testet är desamma som mätpunkterna vid kartläggningen av den nuvarande processen. Detta för att kunna jämföra de olika resultaten mot varandra och kunna se hur testet påverkar dörrens stabilitet. De verktyg som användes för kartläggningen kommer även att användas i testet, då det är samma mätdata som söks. Det verktyg som tillkommer för testet är en skruvdragare som används för att fästa den fjärde skruven. Denna processvariabel har länge diskuterats men det finns inget underlag idag som styrker att den fjärde skruven borde skruvas i TA-fabriken istället för i TC-fabriken.

4.2.2.1 Förloppet av testet

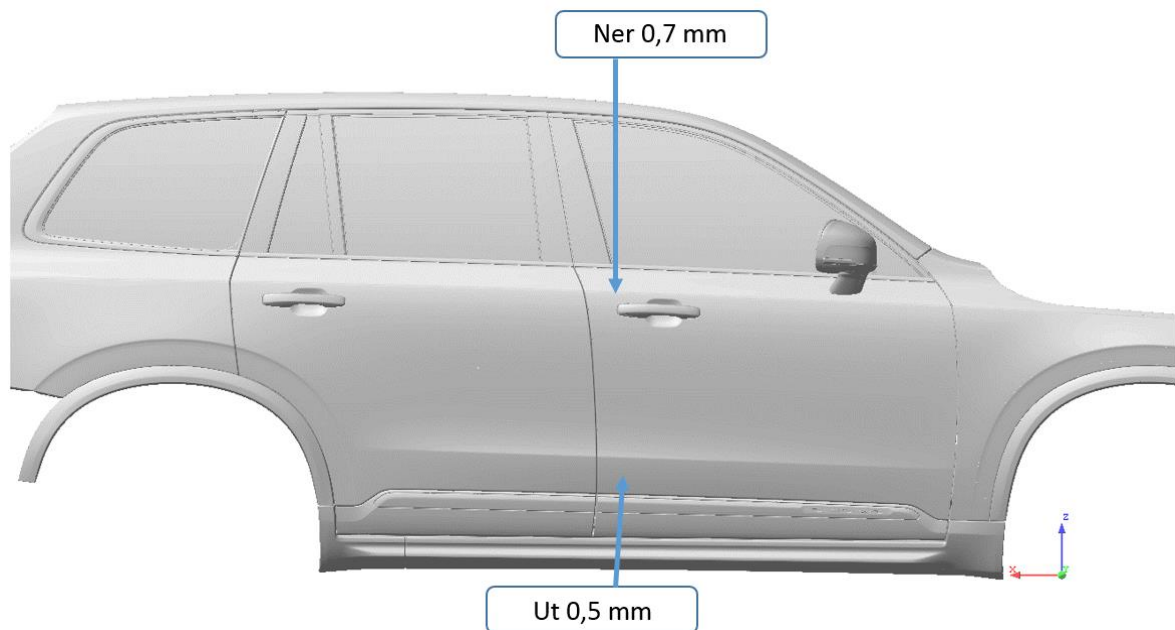
Förloppet av testet är mycket likt förloppet av kartläggningen av den nuvarande processen med undantag för dragningen av den fjärde skruven, se figur 25. Den fjärde skruven dras i TA-fabriken istället för i TC-fabriken. Då testet kommer att påverka produktionen är det viktigt att informera de som berörs. Detta görs genom ett så kallat provmeddelande. Ett provmeddelande förmedlar bland annat vilka testet berör, vad testet går ut på, ansvariga samt hur länge det pågår.



Figur 25: Övergripande processkarta över bilens flöde i testet.

Inför testet måste en underhållstekniker informeras eftersom roboten som monterar dörrar måste programmeras om. Att roboten måste programmeras om beror på att när den fjärde skruven dras åt kommer dörren att förflyttas märkvärt och påverka passningen. I ett tidigare test som gjorts på företaget har man mätt hur mycket dörren förflyttas när man drog den fjärde skruven. Utifrån de siffror som framkom från testet vet man i dag ungefär hur man ska kompensera för den fjärde skruvens påverkan.

När den fjärde skruven dras åt påverkas dörren genom att bli högre i zon B. Detta innebär att flushen vid punkt B1 ökar och minskar i punkt B3. Omprogrammeringen av roboten ska kompensera för flushförändringen som blir vid dragning av den fjärde skruven. Kompenseringen för roboten var att flytta ner dörren 0,7 mm vid punkt B1 och flytta ut dörren 0,5 mm vid punkt B3, se figur 26.



Figur 26: Kompenseringen för robotens omprogrammering i TA-fabriken.

När bilen kommer till monteringsbanan för skruven är redan de tre första skruvarna dragna i dörren. Där skruvas sedan den fjärde skruven fast manuellt med hjälp av en skruvdragare. Därefter mäts bilens passning på samma sätt som i kartläggningen av den nuvarande processen, det vill säga med hjälp av flush-klocka, skjutmått och magnetklossar. Alla mätresultat dokumenteras för senare analysering.

Sedan kommer bilen till TBUB-stationen där bilen mäts igen. Mätningen av passningen följer samma procedur som tidigare. När mätningen är klar är det bara analyseringen av testet kvar för att se om processförändringen har påverkat stabiliteten.

4.2.2.2 Analysering av testet

När mätningarna i TA-fabriken och på TBUB-stationen var gjorda analyserades dessa. Data från testet analyserades i programmet Minitab, där ett normalitetstest gjordes. Minitab beräknar fram ett P-värde som där efter bedöms som OK eller NOK. Då P-värdet bedöms som OK är värdena normalfördelade och då P-värdet bedöms som NOK är värdena ej normalfördelade. I de nedanstående två tabellerna står normalfördelningsbedömningen för varje punkt.

I tabell 4 visas P-värden vid flush-mätning i TA-fabriken och på TBUB-stationen. I tabellen bedöms bara punkt B3 i TBUB som NOK vilket är en förbättring mot hur det såg ut i kartläggningen av den nuvarande processen.

Tabell 4: P-värden vid flush-mätning i TA-fabriken och på TBUB-stationen.

Mätpunkter	P-värde TA	OK/NOK TA	P-värde TBUB	OK/NOK TBUB
A3	0,352	OK	0,173	OK
A2	0,478	OK	0,159	OK
A1	0,119	OK	0,165	OK
B3	0,054	OK	0,028	NOK
B1	0,629	OK	0,948	OK
C3	0,433	OK	0,304	OK
C1	0,710	OK	0,901	OK

I tabell 5 visas P-värden vid spel-mätning i TA-fabriken och på TBUB-stationen. I tabellen bedöms flera utav punkterna som NOK. Dock syns en förbättring i zon B vid TBUB-stationen, vilket var förhoppningen av testet då projektet är avgränsat till framdörren med fokus på zon B.

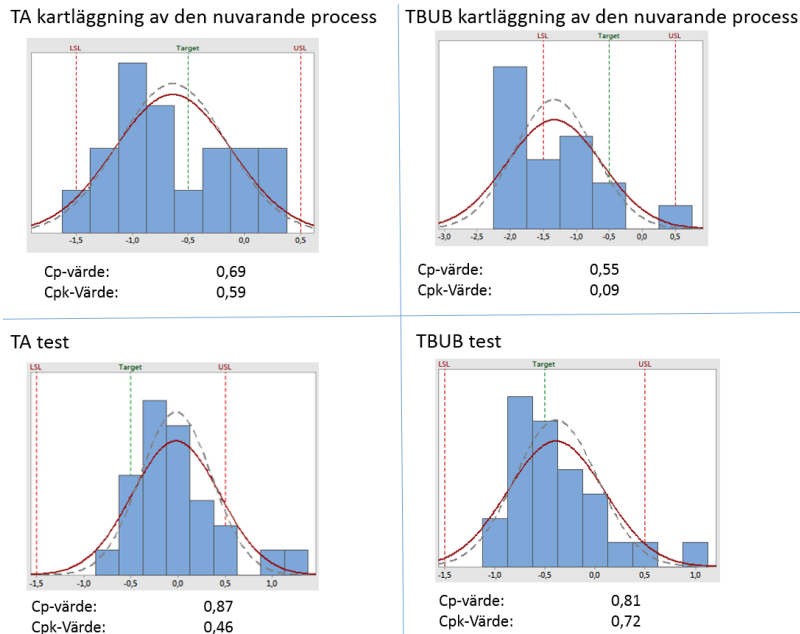
Tabell 5: P-värden vid spel-mätning i TA-fabriken och på TBUB-stationen.

Mätpunkter	P-värde TA	OK/NOK TA	P-värde TBUB	OK/NOK TBUB
A3	0,019	NOK	<0,005	NOK
A2	<0,005	NOK	<0,005	NOK
B3	<0,005	NOK	0,386	OK
B2	<0,005	NOK	0,933	OK
C3	0,077	OK	0,700	OK
C2	0,218	OK	0,628	OK

4.2.3 Jämförelse av nuvarande process och testet

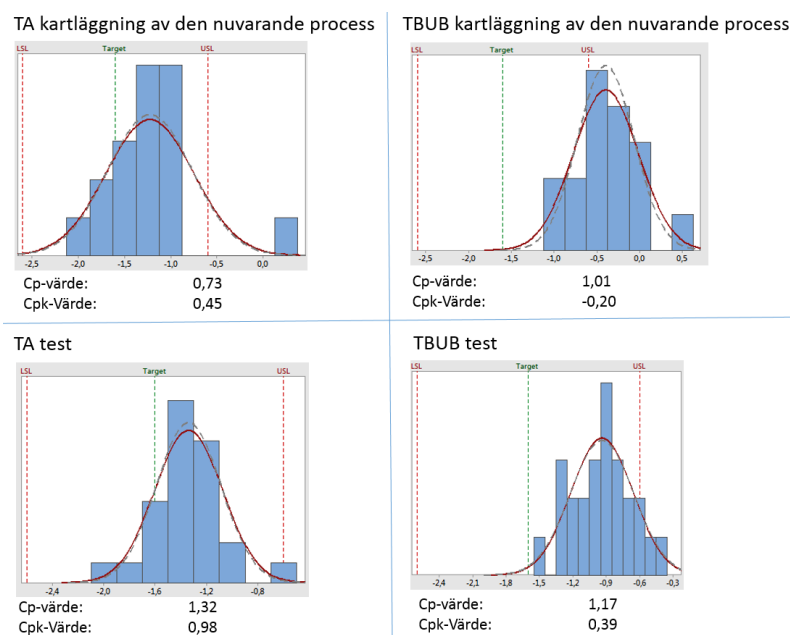
När testet sammanställs kunde data jämföras med motsvarande data från kartläggningen av den nuvarande processen. Projektet lägger stor vikt på Cp-värdets förändring, då detta är en allmän beskrivning av hur stabil processen är. Dock ser projektet även över Cpk-värdet då det visar hur data ligger i förhållande till toleransgränserna. I figurerna nedan är toleransgränserna markerade med röda sträck och målvärdet visas med ett grönt sträck. Den röda kurvan i figuren är den aktuella normalfördelningen och den sträckande kurvan är den potentiella normalfördelningen.

I figur 27 ser vi en sammanställning över flushen i punkt B3. Vid jämförelse av kartläggningen av den nuvarande processen och testet kan man se att spridningen är mindre vid testet. Detta visas genom att Cp-värdet är högre i testet för både TA och TBUB. I figuren visas även att Cpk-värdet ökar i TBUB vilket indikerar på att kurvan närmar sig målvärdet.



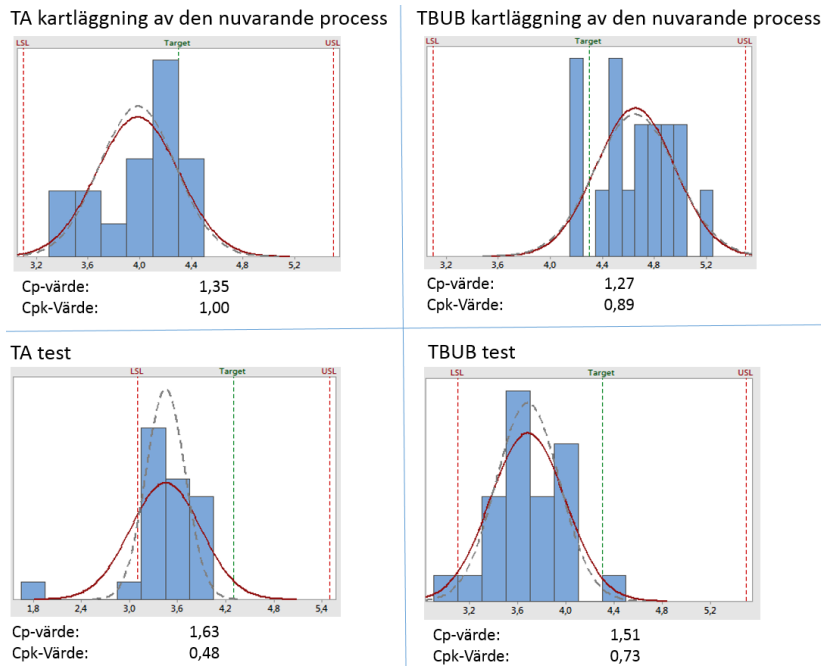
Figur 27: Kapabilitetshistogram över flush punkt B3.

I figur 28 sammanställs flush-mätvärdena från kartläggningen av den nuvarande processen med testet vid punkt B1. Vid jämförelsen ökar Cp-värdet och når gränsen för god processduglighet, som ligger på 1,0. Det indikerar på att spridningen har minskat då fjärde skruven har monterats i TA-fabriken. Cpk-värdet ökar vid jämförelsen, vilket innebär att processen är mer centrerad i förhållandet till toleranserna.



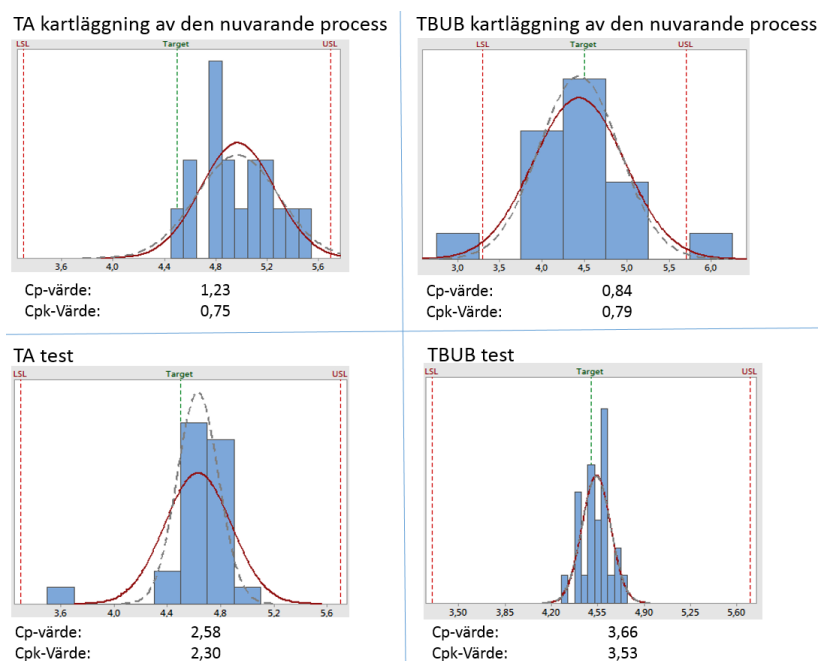
Figur 28: Kapabilitetshistogram över flush punkt B1.

I figur 29 ser vi en sammanställning över spelet i punkt B3. Cp-värdet ökar i testet jämfört med kartläggningen i den nuvarande processen. Då blir Cp-värdet högt över 1,0 vilket resulterar i god processduglighet. Ju högre Cp-värde desto stabilare process. Cpk-värdet minskar i testet då en del data inte hamnar innanför toleranserna.



Figur 29: Kapabilitetshistogram över spel punkt B3.

I figur 30 ser vi en sammanställning över spelet i punkt B2. I figuren ökar både Cp-värdet och Cpk-värdet kraftigt i testet. Detta tyder på mycket god processduglighet även i förhållande till toleransgränserna.



Figur 30: Kapabilitetshistogram över spel punkt B2.

4.3 Förbättra och styra

Enligt jämförelsen som gjorts mellan nuvarande process och testet kan en slutsats dras. Denna slutsats är att processdugligheten ökar vid punkterna B1, B2 och B3 då en processändring görs enligt testet. Testet som gjorts gick ut på att stabilisera dörren tidigare i processkedjan. Detta genom att planera om dörrens operationsflöde. Ändringen som gjordes i testet var att flytta ett stabiliseringsmoment från TC-fabriken till TA-fabriken, alltså tidigare i flödet. Stabiliseringsmomentet som ändrades är i form av den fjärde skruven i gångjärnet.

När detta stabiliseringsmoment flyttades längre fram i flödet bekräftades antagandet om att dörren borde bli mer stabil i slutmonteringen. Alltså är den fjärde skruven en möjlig felkälla som med hjälp av projektets analyser och jämförelse av data nu styrkts som en felkälla.

Den totala förbättringen beräknas som kvoten av medelvärdet av medelförflyttningen av flush och spel. Den totala förbättringen kan påverka den icke värdeskapande justeringstiden på framdörren i form av en minskning av 54 procent. Procentsatsen är kvoten av medelvärdet av medelförflyttningarna i flush och spel. Enligt tidtagningen som gjorts i projektet skulle detta innebära att justeringstiden reduceras med ca 30 sekunder per bil och bilsida. Detta förutsatt att den värdeskapande tiden är 22 sekunder av den totala justeringstiden är 82 sekunder för framdörren.

Volvo personvagnar har nu planer på att införa denna ändring i dörrflödet. Projektet kommer att ligga till grund för vidare utveckling av dörrflödet. Detta förbättringsförslag kommer inte bara att gälla bilmodell XC90 utan är också ett förbättringsförslag för de kommande bilmodellerna.

5. Diskussion

Sex Sigma har varit en bra grund under projektets gång. DMAIC-metodiken underlättade för projektens fortgång med hjälp av ett strukturerat arbetssätt. Green-belt utbildningen var också bra för projektets fullföljning genom kännedom av användbara kvalitetsverktyg, till exempel med hjälp av kvalitetsverktyget statistisk försöksplanering kunde teorin om den fjärde skruven testas.

Resultatet från projektet är inte statistiskt säkerhetsställt utan innan denna ändring införs i produktionen rekommenderas att ytterligare mätningar av bilar görs. Detta för att få en bredare grund för data och därmed ett säkrare resultat. Vid de mätningar som utförts i projektet finns faktorer som kan ha påverkat resultatet så som mänsklig faktor.

Den reducering av den icke värdeskapande justeringstiden som projektet har resulterat i är ett antagande om ett samband mellan dörrens stabilitet och justeringstid. Då dörren stabiliseras redan i TA-fabriken blir medelförflyttningen mindre mellan TA-fabriken och TBUB-stationen och detta kan medföra en justeringstidsreducering. Detta samband är ej bekräftat i produktionen utan har tagits fram av en ingenjör på företaget då deras samverkan är stark. Därav tillämpades detta antagande i projektet.

Projektet antar också att mindre spridning leder till ökad First Time Through, FTT. När man ökar FTT minskar den icke värdeskapande justeringstiden, alltså den extra handpåläggningen.

Statistisk försöksplanering är en metod för att effektivt söka samband mellan processvariabler och processens resultat. Detta genom att göra ändringar av parametrar för att påverka resultatet. (Brassard, Finn, Ginn & Ritter, 1994). I projektet är denna parameterändring den fjärde skruven. Med hjälp av statistisk försöksplanering har projektet kunnat prova hur denna parameter påverkar Cp-värdet och dörrens stabilitet.

Projektet är avgränsat till högra sidan på bilmodell XC90 och har därmed bara mätt och analyserat denna bilmodell. Därför behöver Volvo Personvagnar göra ytterligare mätningar för att säkerställa att resultatet från projektet även kan införas på andra bilmodeller och även på båda sidorna av bilen. Dock om projektet hade haft fler medlemmar eller längre tid på sig att mäta bilarna i processen skulle både bilsidor kunnat inkluderas i projektet. Detta gäller även för antalet bilar som mättes, större antal mätta bilar skulle göra resultatet statistiskt säkerhetsställt.

Vid mätningarna i projektet mättes bilarna i TA-fabriken och TBUB-stationen. Ett annat upplägg för mätningarna skulle kunna vara att mätningarna sker i TA-fabriken och TC-fabriken. I projektet valdes TBUB-stationen istället för TC-fabriken på grund av bristen på verktyg som krävs för att hålla in lister. Det resultat som fås fram i projektet är baserat på dörrens rörelser från TA-fabriken till TBUB-stationen. Om man däremot hade haft verktyg och hjälpmedel att kunna göra det i TC-fabriken skulle man kunna få ett resultat som involverar större del av dörrflödet.

Cp-värdet ökar i punkterna i zon B då den fjärde skruven monteras i TA-fabriken istället för i TC-fabriken. I flush-punkt B1 ökar Cp-värdena över 1,0, likadant för spel-punkterna B2 och B3. Cp-värde som är större än 1,0 visar på god duglighet för processen. Genom att Cp-värdet ökar indikerar detta på att dörren blir mer stabil med denna åtgärd. Det är viktigt att ha ett bra Cp-värde innan man börjar förbättra Cpk-värdet. Cpk-värdet beskriver hur kapabel en process är i förhållande till dess toleransgränser. Cpk-värdet ska vara över 1,33 för räknas som en väl fungerande process inom satta toleransgränser. (iSixSigma, 2015).

6. Slutsats och rekommendation

Det främsta målet med projektet var att analysera justeringstider och hitta möjliga felkällor som kunde bidra till att reducera den icke värdeskapande justeringstiden. Minskning av den icke värdeskapande justeringstiden leder till en framtida konstandsbesparing inom företaget.

Resultatet från projektet har resulterat i att teorin om att flytta ett stabiliseringsmoment tidigare i kedjan har bekräftats. Detta leder till att den icke värdeskapandetid justeringstiden kan minskas om denna teori verkställs. Alltså det som projektet levererar till Volvo Personvagnar i slutet av examensarbetet är ett förbättringsförslag som gör dörren stabilare. Volvo Personvagnar kommer använda resultatet från projektet som grund för vidareutveckling.

Då medelförflyttningen jämförs mellan kartläggningen av den nuvarande processen och testet kan förbättringens processpåverkan beräknas, se bilaga C. Genom att beräkna kvoten av medelförflyttningen för flush och spel har en procentsats tagits fram. Procentsatsen beskriver hur mycket av den icke värdeskapande justeringstiden som skulle kunna reduceras. Medelförflyttningen har minskat med 56 procent i flush-värde på alla mätpunkter på framdörren. Medelförflyttningen har minskat med 52 procent i spel-värde på alla mätpunkter på framdörren. Vilket betyder att dörren blir stabilare då den fjärde skruven monteras i TA-fabriken istället för i TC-fabriken.

En rekommendation för framtiden är att utföra mätsystemanalys, MSA mer kontinuerligt i verksamheten. Detta för att få jämnare mätningar och därmed högre kvalitet. En mätsystemanalys, MSA, görs för att ta reda på hur mycket variation det finns i mätningarna. Man kan då också se varifrån variationen kommer, om det kommer från mätverktyget, från mätprocessen eller produkten. Utifrån mätsystemanalysen kan man avgöra hur tillförlitlig mätningen är i repeterbarhet och reproducerbarhet. Repeterbarhet och Reproducerbarhet innebär att det finns variationer i mätsystemet som orsakas av skillnader mellan operatörer. En bra repeterbarhet medför att operatören får samma mätvärden varje gång. Reproducerbarhet innebär att flera operatörer mäter på samma ställe flera gånger och får samma resultat. Alltså genom att införa MSA mer kontinuerligt kan mätningens kvalitén förbättras markant.

Referenser

Böcker

Bergman, B. & Klefsjö, B. (2012). *Kvalitet från behov till användning*. upplaga 5. Studentlitteratur, Lund

Björklund, M & Paulsson, U. (2012). *Seminarieboken*. upplaga 2. Studentlitteratur, Lund.

Brassard, M & Finn & L. Ginn, D & Ritter, D. (1994). *Minnestrimmaren 6 sigma*. Upplaga 1. Liber, Stockholm.

Sörqvist, L. & Höglund, F. (2007). *Sex Sigma*. upplaga 1. Studentlitteratur.

Elektroniska källor

iSixSigma (2016). Process Capability (Cp, Cpk) and Process Performance (Pp, Ppk) What is the Difference. <http://www.isixsigma.com/tools-templates/capability-indices-process-capability/process-capability-cp-cpk-and-process-performance-pp-ppk-what-difference/> [2015]

Volvo Car Corporation (2015). Made by Sweden. <http://www.volvocars.com/se/bilar/modeller/xc90?gclid=Cluy9peDz8oCFVG6GwodCxsJyg>. [2015]

Muntliga källor

Haris Balic. VRT-ledare. Volvo Personvagnar. Intervju. 2015

Martin Pontusson. Geometriingenjör. Volvo Personvagnar. Intervju. 2015

Bilagor

Bilaga A: Tidsplan.

Bilaga B: Processkarta över det nuvarande dörrflödet samt orsak-verkan-diagram.

Bilaga C: Medelförflyttning i flush och spel.

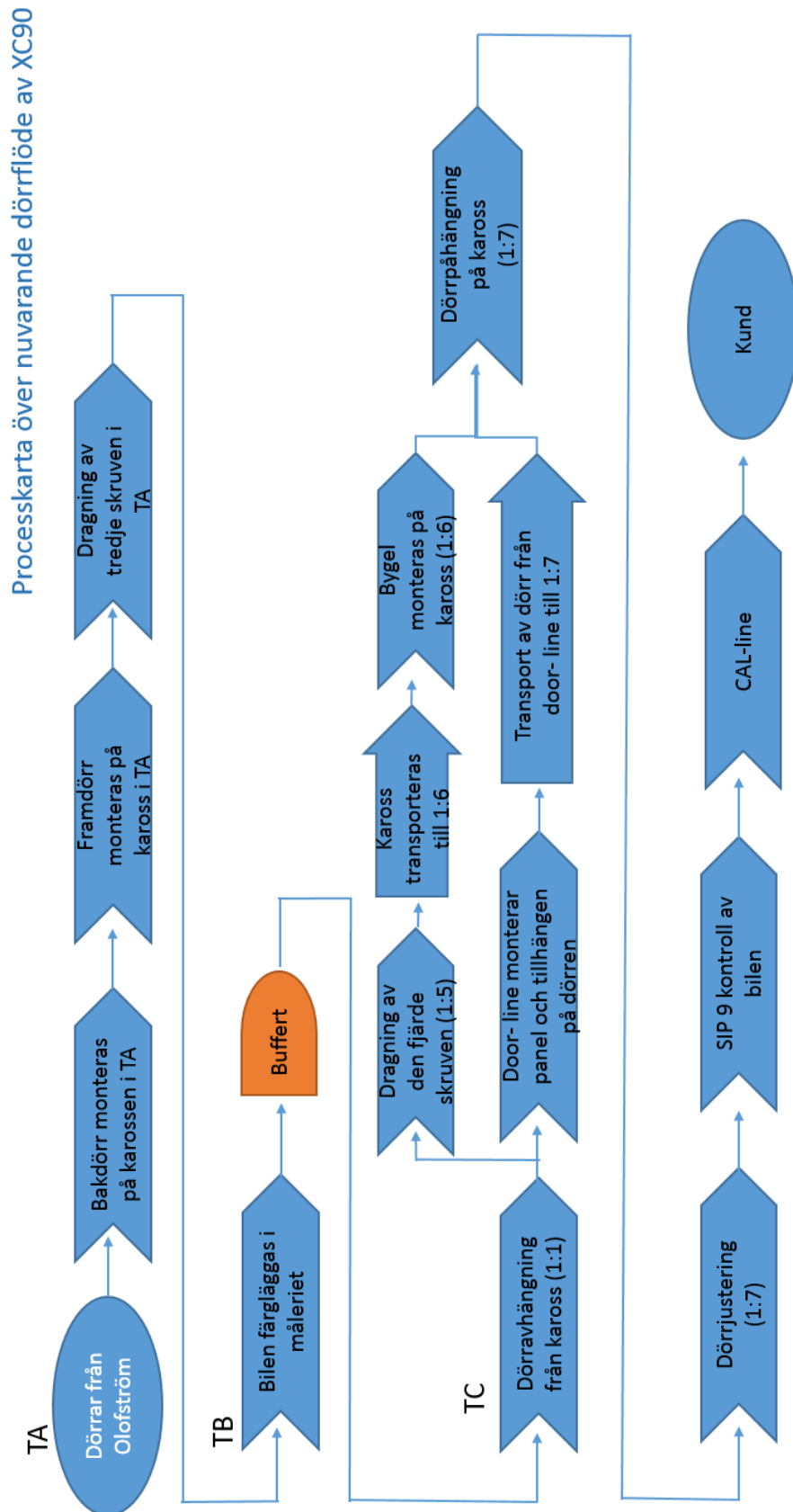
Bilaga A

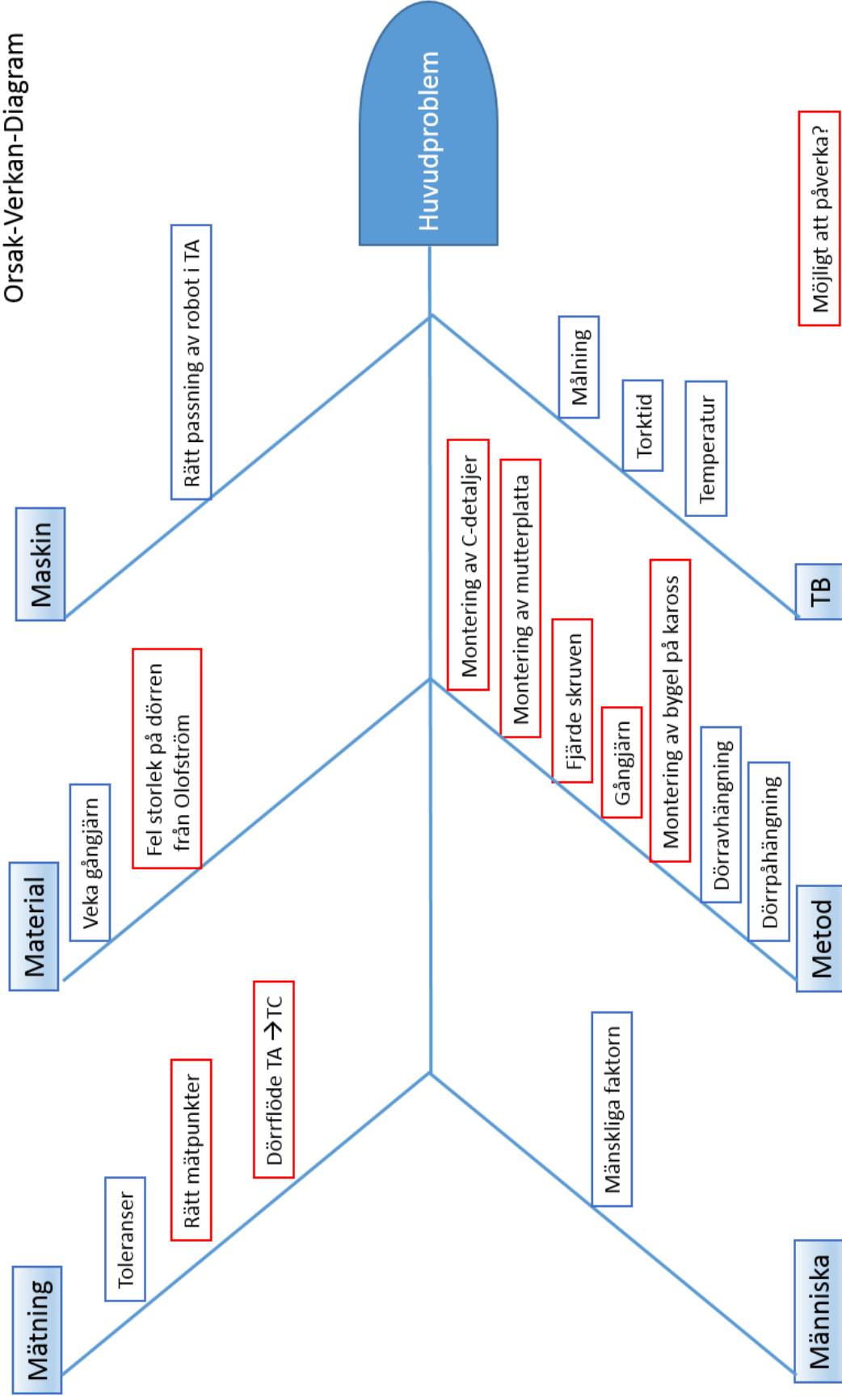
Tidsplan

Vecka	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5
Planeringsrapport																						
Rapportskrivning																						
Ta fram data																						
Analysera data																						
Möte med Chalmers handledare																						
Möte med Volvo handledare																						
Opponera																						
Presentation på Chalmers																						
Presentation på Volvo																						

Bilaga B

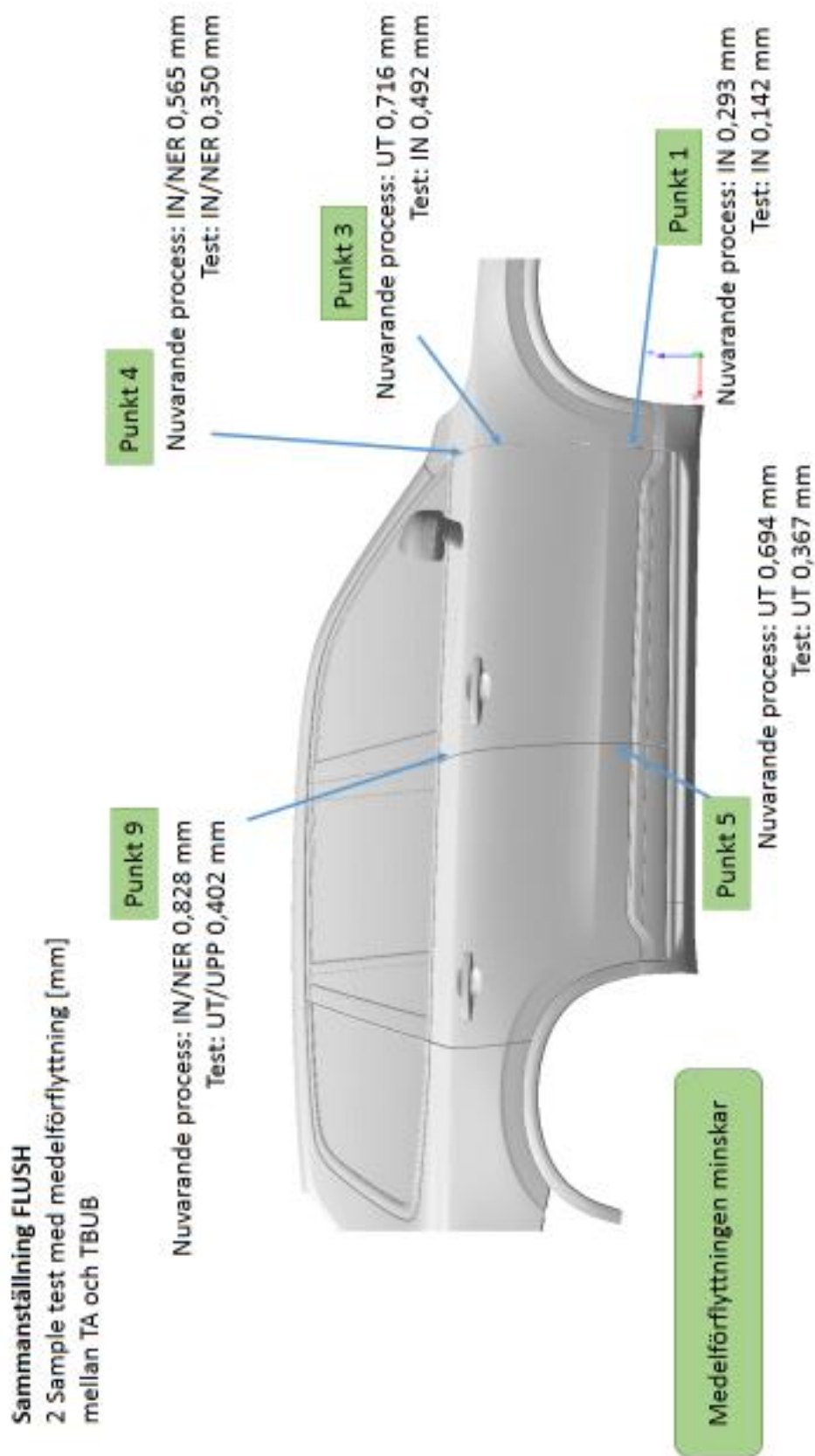
Processkarta över det nuvarande dörrflödet samt orsak-verkan-diagram.





Bilaga C

Medelförflyttning i flush och spel.



Sammanställning SPEL

2 Sample test med medelförflyttning [mm]
mellan TA och TBUB

Medelförflyttningen minskar

Punkt 8

Nuvarande process: MINDRE 0,537 mm
Test: MINDRE 0,089 mm

Punkt 3

Nuvarande process: MINDRE 0,210 mm
Test: MINDRE 0,174 mm

Punkt 1

Nuvarande process: MINDRE 0,570 mm
Test: STÖRRE 0,429 mm

Punkt 5

Nuvarande process: STÖRRE 0,666 mm
Test: MINDRE 0,230 mm

