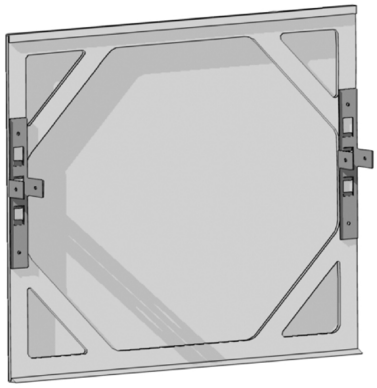
HÖGSKOLAN I HALMSTAD

Maskiningenjör - Teknisk Design 180 hp

EXAMENSARBETE



FÖRBÄTTRAD MONTERING OCH DESIGN AV BAGAGELUCKA

Susanna Svedbergh och Maria Munch

Maskinteknik 15 hp

Halmstad 2015-05-24

Förord

Denna rapport är resultatet av vårt examensarbete som utfördes under perioden december-maj 2015 i samarbete med ÅF. Examensarbetet är en avslutning på vår Maskiningenjörsutbildning med inriktningen ”Teknisk Design” där vi tillämpat våra kunskaper som vi erhållit under de tre åren på Högskolan i Halmstad.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Olle Claesson som har varit ett stort stöd under denna period när vi haft frågor och funderingar. Han har med sina gedigna kunskaper inom design bidragit betydande, vilket har lett till att vi att vidgat våra vyer och tänkt utanför ramarna.

Ett stort tack till vår uppdragsgivare på ÅF, Peter Blomgren och Charlotta Dehn, som med sitt stora engagemang gjort detta examensarbete möjligt.

Slutligen vill vi tacka alla berörda personer som hjälpt oss genomföra vårt projekt.

- *Ett stort tack till Sandra Grönbäck, vår handledare på ÅF, som genom en öppen dialog och med sin kunskap inom området varit till stor hjälp.*
- *ÅF har även bidragit med konstruktörer under processen gång och vi vill rikta ett speciellt tack till Mattias som trott på vår idé och kommit med bra input.*
- *Vi vill även tacka Grezegeroz Orfin, konsult på Volvo, för ytterligare kunskaper inom området och som låtit oss ta del av det senaste inom konstruktionsarbete.*
- *Tack till Reza Tajik som hjälp oss med kontakter som bidragit med stöd under arbetets gång.*
- *Tack till Håkan Petersson och Daniel Svensen för bra handledning i verkstaden under vår prototypframtagning.*

Susanna Svedbergh
0735 - 00 40 09
susanna.svedbergh@hotmail.com

Maria Munch
0704 - 41 76 66
mariamunch@outlook.com

Sammanfattning

Detta examensarbete omfattar ett maskintekniskt konstruktionsarbete som är gjort i ett samarbete mellan ÅF och Högskolan i Halmstad. Arbetet är utfört utifrån Fredy Olssons metoder för Princip- och Primärkonstruktion samt David Ullmans teorier kring Design for Assembly.

Gruppen fick i uppdrag av ÅF att ta fram ett koncept för att minska monteringstiden av dagens bagageluckor på turistbussar genom att minska antal justeringsmöjligheter på dagens konstruktion. De hade även en önskan om att gruppen skulle förenkla monteringen genom att göra det möjligt att justera dörren i stängt läge. Dagens luckor tar, med sina 10 justeringsmöjligheter, cirka 4 timmar var att montera och ÅF önskade en monteringstid på ca 10 minuter per dörr.

Inledningsvis gjordes en förstudie där gruppen började granska dagens konstruktion och montering för skenor och luckor på bussar. Det man tog med sig var att dagens tillvägagångssätt för att öppna bagageluckan fortfarande är att föredra. En ytterligare aspekt som togs i åtanke var att monteringen skulle bli mer ergonomisk för montören.

Tre koncept togs fram från kriterierna. Koncept 3 som bestod utav en ram som justeras mot bagageluckans öppning var det bästa alternativet. För att ta fram den bästa konstruktionen av ramen med tillhörande komponenter använde gruppen olika utvärderingsmallar samt FEM-analyser för att konstatera att konstruktionen var tillräckligt hållbar.

Resultatet av projektet blev ett koncept där man fäster ramhållare mot dagens skenor. På dessa fästes en ram och sedan en klickdörr. Ramhållaren har tre krokar som man hakar fast ramen på och efter justering mot bagageluckans öppning så klickas dörren fast utanpå ramen. Ramen kan justeras i stängt läge. Denna lösning resulterar i att monteringsflödet blir lättare men antalet justeringsmöjligheter från förgående koncept finns kvar. Det ergonomiska arbetet för montören underlättats och monteringstiden är kraftigt reducerad.

Abstract

This thesis includes a mechanical engineering design work performed in collaboration between ÅF and Halmstad University. The work is done by Fredy Olsson's methods of Principle- and Primary Construction and David Ullman's theories of Design for Assembly.

The group was commissioned by ÅF to produce a concept to narrow down the assembly time of today's luggage doors by reducing the numbers of adjustment options. They also wanted it to be easier to mount the assembly by making it possible to adjust the door in a closed position. Today luggage door takes, with its 10 adjustment possibilities, around 4 hours each to assemble and ÅF wanted an assembly time around 10 minutes per door.

Initially a preliminary study was made where the group began reviewing today's construction and mounting of rails and doors on buses. The current flow of the tailgate opening is still preferable. A further aspect the group included was that the assembly would also be more ergonomic for the assembler.

Three concepts were developed based on the set criteria. The concept of a framework that aligns with the luggage opening was the best option. To develop the best construction of the framework and associated components, the group used evaluation templates and FEM analysis to conclude that the construction was reasonably rigid.

The result of the project was to attach a frame holder against today's construction of rails. A frame is attached on to the frame holders and then a click door is placed. The frame holders have three hooks that attaches into the framework. After adjustment towards the boot lid opening the click door is attached on the outside of the frame. The frame can now be adjusted in a closed position. This solution results that the number of adjustment options remains as before but it makes mounting flow more easily. The ergonomic work for the installer is easier as well as installation time is greatly reduced.

Innehållsförteckning

Förord i
Sammanfattning ii
Abstract iii
Innehållsförteckning iv
1 Introduktion 1
1.1 Bakgrund 1
1.2 Syfte och mål 2
1.3 Avgränsningar 3
1.4 Individuella ansvarsområden i examensarbetet 3
2 Metod 4
2.1 Metoddiskussion 4
2.2 Metodologi i detta examensarbete 5
2.3 Principkonstruktion 6
2.4 Primärkonstruktion 6
3 Teoretisk referensram 7
3.1 Organisationens betydelse för effektiv produktutveckling 7
3.2 Design for Assembly (DFA) 8
3.3 Ergonomi 9
3.4 Produktdefinition 9
3.5 Produktutveckling 12
3.6 Detaljkonstruktion 13
3.7 Materialval 14
3.8 Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) 14
3.9 Prototyper 15
4 Resultat 16
4.1 Principkonstruktion 16
4.2 Konceptframtagning fästanordning 17
4.3 Primärkonstruktion 18
4.4 Montering 19
4.5 Presentation av slutgiltig produkt 20

4.6 Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) 20
4.7 Prototyp 20
5 Slutsatser 21
5.1 Konstruktionsändringar 21
5.2 Montering 21
5.3 Tillverkning 21
5.4 Ergonomi 22
5.5 Ekonomi 22
5.6 Etik & miljö 22
5.7 Rekommendationer 23
6 Diskussion 24
6.1 Design for Assembly 24
6.2 Montering 24
6.3 Ergonomi 24
6.4 Tillverkningsmetod tidigt i arbetet 25
6.5 Ekonomi 25
6.6 Metoder och teorier 25
6.7 Organisation- och utvecklingsprocess 26
6.8 Studiens följder 27
7 Kritisk granskning 28
7.1 Etik 28
7.2 Miljö 28
7.3 Ekonomi 28
7.4 Otillräcklig information 28
7.5 Arbetsmetodik 29
7.6 Referenser 30
7.7 Granskning av arbete 30
8 Referenser 33

Bilagor

Bilaga 1 ”Principkonstruktion” 35
Produktdefinition 35
Produktundersökning 36
Kriterieuppställning 36
Kriterieviktning 37
Sökmatris 37
Bilaga 2 ”Förstudie” 39
Benchmarking 40
Morfologisk analys 41
Imageboards 42
Personas 44
SWOT-analys 45
Bilaga 3 ”Konceptförslag” 46
Utvärdering 47
Beskrivning av koncept 3 47
Definition av fortsatt arbete 48
Bilaga 4 ”Kriterieuppställning” 50
Bilaga 5 ”Skisser och utvärdering” 51
Utvärderingsmatris 53
Bilaga 6 ”FEM-analyser” 54
Bilaga 7 ”Val av detaljkomponenter” 57
Bilaga 8 ”Val av tillverkningsmetod” 58
Bilaga 9 ”FEM-analys – Materialval” 59
Materialval: Ramhållare 61
Materialval: Ram 61
Materialval: Dörr 61
Fästanordning 61
Bilaga 10 ”Primärkonstruktion – Justering” 62
Bilaga 11 ”Beskrivning av fästanordningen” 64
Bilaga 12 ”Ritningar” 65

Bilaga 13 ”Monteringsflöde”.....66
Bilaga 14 ”FMEA” 68
Bilaga 15 ”Prototyp”.....70

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Konstruktionen på majoriteten av dagens upphängningsmekanismer av bagageluckor på turistbussar består idag av flertal justeringsmöjligheter. Detta faktum leder till en onödigt lång monteringstid, vilket kostar både tid och pengar. Den nuvarande konstruktionen har enligt teknikkonsultföretaget ÅF ett flertal brister och det är angeläget att finna en ny konstruktion. Målet är att korta ner monteringstiden och på så sätt reducera kostnader. På grund av det stora antalet finjusteringsmöjligheter på dagens konstruktion tar monteringen ca fyra timmar per dörr, och konstruktionen kräver dessutom att dörren monteras och justeras i öppet läge. Detta försvårar möjligheten att finna luckans korrekta placering och montören belastas o-ergonomiskt under arbetsprocessen.

Figur 1.1 & 1.2, Bilderna visar exempel på hur dagens konstruktion ser ut (ÅF 2013)

Bilderna (ÅF 2013) visar hur konstruktionen ser ut på flertalet turistbussar idag. Dagens lucka väger ca 20 kg och konstruktionen består dessutom utav gasfjädrar och länkarmar som förmonteras på bussen innan bagageluckan fästs på. Vidare kan ett flertal möjliga rotationer både vertikalt och horisontellt ske vid finjusteringen av luckan. Det är detta som gör att dörrmonteringen tar lång tid då snedställning av bagageluckan är möjligt i alla infästningar mot luckan.

I Baykus, Anli och Ozkols (2011) studie undersökte man mekanismen och designen av en bussbagagelucka utifrån ergonomiska och utrymmeskrävande faktorer. Man kom fram till att den bagagelucka som lämpade sig mest utifrån dessa kriterier var den bagagelucka som öppnades med ett parallellt gångjärnsystem utefter bussens vägg.

1.1.1 Ergonomi

Dagens bagagelucka har ett flertal justeringsmöjligheter vilket skapar en belastning för montören. Vid justeringen av bagageluckan förekommer arbete på golvet och flertal knäböj för att nå de olika komponenterna Att arbeta på golvet innebär att man som montör måste böja sig eller gå ner på knä. Då luckan måste fästas mot skenorna innebär det frekventa tunga lyft som kan skapa ländryggs- och knäproblem. Justeringen på bagageluckan innebär även att montören utövar en hel del intensivt handarbete.

1.1.2 Företagspresentation

ÅF är ett ingenjörs- och konsultföretag som grundades 1895. Med sina 7000 anställda verkar företaget i ett tjugotal länder där huvudkontoret ligger i Stockholm. De jobbar främst med uppdrag inom energi, industri och infrastruktur. Företaget består av det börsnoterade moderbolaget ÅF AB med dotterbolag uppdelade i fyra divisioner: International, Industry, Infrastructure och Technology.

Examensarbetet utförs i samarbete med ÅF's bussatellit som ligger inom Volvo-området men med avvikande geografisk plats, i detta fall Lindholmen i Göteborg. Satelliten jobbar mot Volvo där de tar emot större projekt och har flertalet medarbetare med lång erfarenhet inom flera tekniska system, vilket har lett till stor bredd inom ämnet.

Detta examensarbete är inte utfört på uppdrag utav Volvo utan leds utav ÅF.

1.2 Syfte och mål

Syftet med examensarbetet är att ta fram ett koncept för en ny konstruktion med fokus på monteringen för bagageluckor till turistbussar. Målet är att reducera monteringstiden kraftigt i jämförelse med nuvarande produktion. Resultatet ska efter enklare beräkningar vara underlag för framställning av en prototyp samt vidareutveckling.

1.2.1 Problemdefinition

Det största problemet vid dagens montering av bagageluckor är det stora antalet justeringsmöjligheter på de mekaniska delarna. Finjusteringen av bagageluckan måste ske i öppet läge och detta leder till lång monteringstid som i dagsläget uppskattas till fyra timmar per dörr. Detta påverkar produktionsflödet vilket bidrar till ökade kostnader och en ergonomiskt dålig arbetssituation för montörerna. Företagets önskan är att kunna justera luckan i stängt läge. Detta kommer reducera monteringstiden och förbättra arbetet för montörerna ur en ergonomisk synvinkel.

1.3 Avgränsningar

- Gruppen ska ta fram en ny konstruktion för en bagagelucka till turistbussar enligt kravspecifikation.
- Inga utmärkande bussföretag benämns
- Tätningar och skruvförband samt automatiserade system kommer inte att beröras eller behandlas under framtagning av konstruktionen på bagageluckan.
- Det kommer inte utföras några omfattande beräkningar på konstruktionen.
- Grupper behöver inte beakta CE-märkning och ISO-standards.
- Konstruktionen ska inte vara specialanpassad utan kunna tillämpas på flera olika bussar.
- Luckans dimensioner är satt till 1000 x 1200 mm x 3 mm i materialet aluminium.

1.4 Individuella ansvarsområden i examensarbetet

Båda projektdeltagarna ansvarar för design- och konstruktionsutvecklingen samt rapportskrivning

2 Metod

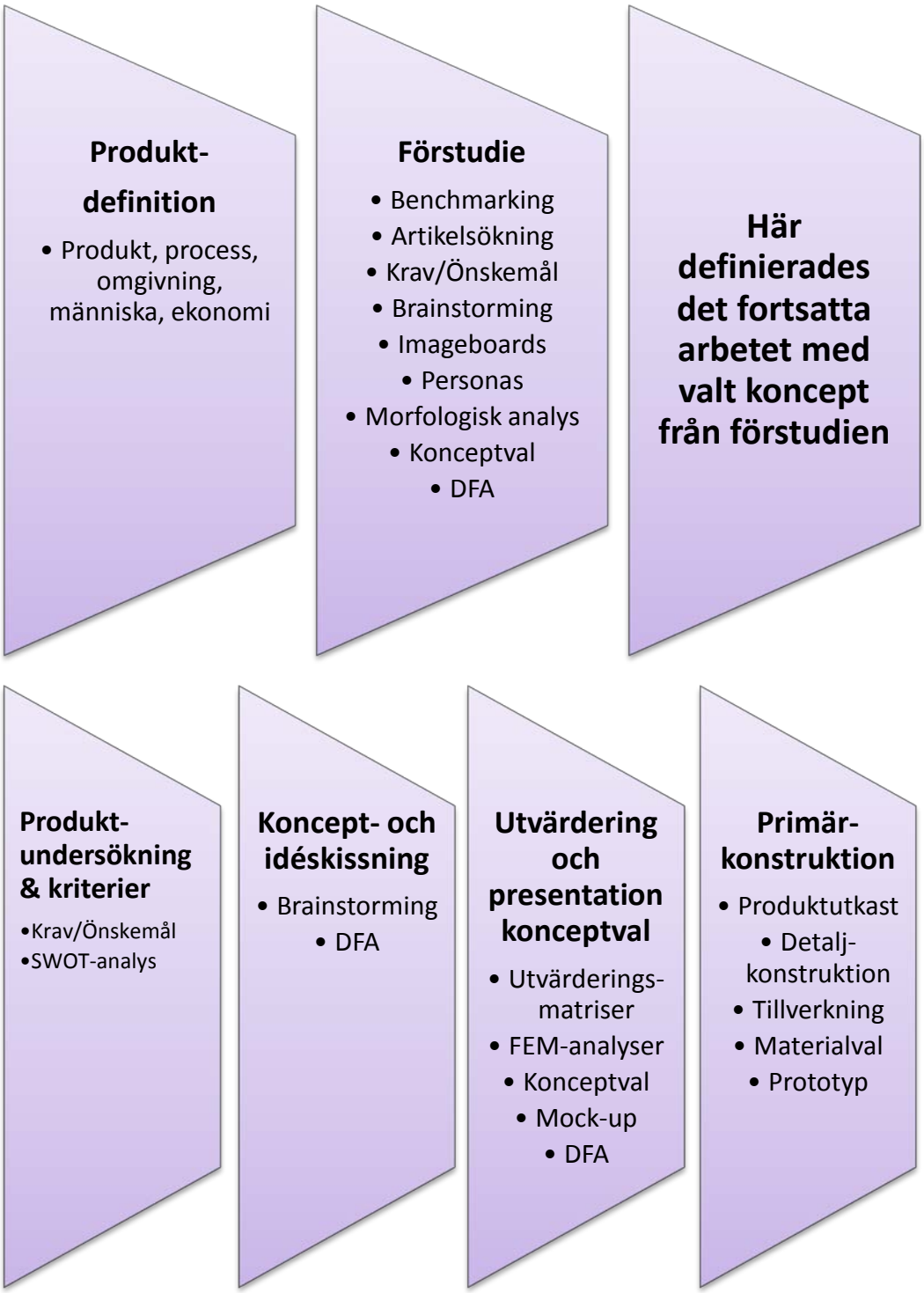
2.1 Metoddiskussion

Vi tycker att vid framtagning av ett nytt koncept eller ny produkt lämpar sig Fredy Olssons Princip- och Primärkonstruktion väl. Processen i metoden är enkel att följa och inbegriper flertal steg i koncept- och produktutvecklingsfasen som gör att den täcker in flertal områden som berör utformningen av en produkt. Det hade det varit bättre om resonemanget kring tillverkning hade kommit tidigare i processen då denna aspekt spelar en väldigt stor roll för framtagning av produkten. Vi valde att se över tillverkning tidigare än vad Fredys metod tillskriver.

Princip- och primärkonstruktionen ger inte riktlinjer för hur en produkt ska utformas för bästa möjliga konstruktion. Den ger däremot guidning på hur produkten ska förhålla sig gällande människa, miljö m.m. För att få med kompletterande riktlinjer i ett tidigt stadie under konstruktionen av konceptframtagningen valde vi att implementera Design for Assembly som en teoretisk referensram så att produkten skulle utformas utifrån funktionella aspekter.

2.2 Metodologi i detta examensarbete

Nedan följer en presentation av projektets flöde och av valda metoder.



2.3 Principkonstruktion

Principkonstruktion är den första delen från Fredy Olsson-serien vid konstruktionsarbeten och nyframtagning eller vidareutveckling av en produkt (Olsson, 1995). Metoden innefattar:

- Produktdefinition
- Produktundersökning
- Kriterieuppställning
- Principiella produktförslag
- Framtagning av produktförslag
- Vidareutvecklade produktförslag
- Valt produktförslag

2.4 Primärkonstruktion

I etappen Primärkonstruktion ligger fokus i att arbeta fram preliminär användningsriktig produkt. Produkten är i denna del utvecklad i sin helhet när det kommer till vilka komponenten den innefattar och hur dessa är dimensionerade för att kunna utföra det produkten är ämnad för (Olsson, 1995). Metoden innefattar:

- Tillverkning
- Primärkonstruktion
- Produktutkast
- Modifiering av produktförslag
- Val av komponenter
- Detaljkonstruktion
- Produktsammanställning
- FMEA

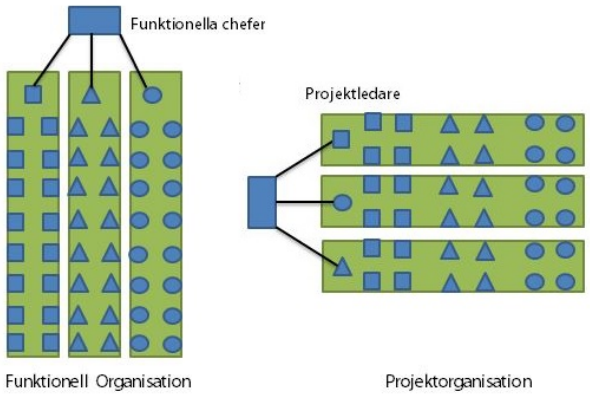
3 Teoretisk referensram

3.1 Organisationens betydelse för effektiv produktutveckling

Enligt Ulrich och Eppinger (2012) finns två ytterligheter av organisation, en funktionell- och en projektorienterad. I en funktionell organisation har alla individer liknande kompetens och bakomliggande utbildning och de rapporterar till en chef. I en projektorganisation däremot finns flera funktioner och kompetensområden inom samma grupp och en projektledare har ansvaret.

En problemlösning består i allmänhet av de fyra faserna: förstå problemet, generera lösningar, utvärdera lösningar och fatta beslut. Enligt Ullman (2010) ska ett team när de löser ett problem utföra problemlösningen med följande faktorer väl fungerande:

- Samarbete genom att dra maximal nytta av varandras kunskaper i teamet.
- Kompromisser så att beslut kan fattas i konsensus istället för genom enhälligt ledningsbeslut.
- Kommunikation så att man klarar att ha ett gemensamt mål och en grundlig förståelse för problematiken trots skilda kompetensområden.
- Engagemang hos medlemmar och ledning för teamets välmående och lagkänsla är viktigt för att kunna nå de föregående faktorerna.

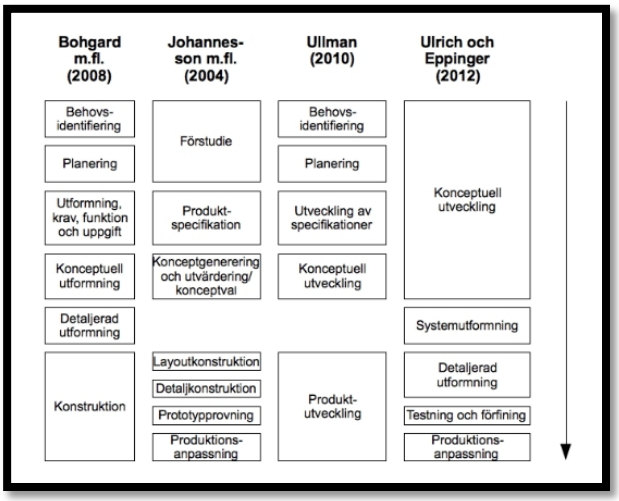


Figur 3.1, Funktionell organisation och Projektorganisation

Ullman argumenterar (2010) för att en organisation som är fokuserad på projekt generellt lyckas bättre än en organisering fokuserad på funktion. En projektgrupp kan effektivt ta sig an många olika aspekter gällande ett problem då all kompetens som behövs troligtvis finns tillgängligt samtidigt.

3.1.1 Produktutvecklingsprocess

Det finns fyra vanliga beskrivningar på hur en utvecklingsprocess kan se ut (Bohgard *et al.* 2008). I samtliga av dessa beskrivningar ser man att vid varje fas följer ofta en kontroll. Innan man går vidare beslutar man om fasen är genomförd och om processen kan tas vidare till nästa steg. Processen kan även genomföras med olika grad av upprepning. Ulrish och Eppinger (2012) nämner bland annat två olika varianter, generisk process och spiralprocess. Den generiska processen är främst linjär, medan spiraltänkandet innebär flera upprepningar inom samma fas. Upprepningarna sker främst inom detaljkonstruktionen och vid tester, då ofta flera generationer av produkten byggs och testas.



Figur 3.2, Produktutvecklingsprocess

3.2 Design for Assembly (DFA)

Syftet med Design For Assembly (DFA) är att optimera en produkts montering. DFA är en designfilosofi som mäter hur effektiv en montering är av en produkt gällande hur dess komponenter tillhandahålls, hanteras och monteras. Detta skapar även en överblick av produktens funktionalitet. Få antal komponenter som är enkla att montera är likställt med en produkt som har hög DFA effektivitet. För att DFA ska komma till sin fördel bör den tillämpas under hela produktlivscykeln (Ullman, 2010).

Metoden används även vid beräkning av monteringskostnader samt förbättring av produkter då syftet med DFA är att förenkla produkter, minska omkostnader och dra ner på tillverknings och monteringstider (Ullman, 2010).

För att uppnå en god DFA finns det 13 regler som är lämpliga att använda (Ullman, 2010):

1. Minimera antal komponenter
2. Minimera antal fästanordningar
3. Välj lämplig baskomponent
4. Se till att baskomponenten inte behöver omplaceras
5. Val av effektiv monteringsfixtur
6. Underlätta komponentåtkomst
7. Anpassa komponenter till dess monteringsmetod (manuellt, robot, specialmaskin)
8. Sträva efter att bygga med symmetriska komponenter
9. Sträva efter att använda komponenter som är symmetriska med monteringsriktningen
10. Om osymmetriska komponenter finns, låt dessa vara tydligt osymmetriska
11. Arbeta för att skapa en rätlinjig och enkel montering
12. Utnyttja fasningar, styrningar och elasticitet för en enklare inpassning
13. Maximera tillgänglighet vid montering

För att uppnå de långsiktiga fördelarna med DFA så måste man tillämpa metoden på alla komponenter som ingår i produkten och även de som används vid monteringen (Ullman, 2010).

3.3 Ergonomi

Tompa *et al.* (2009) visar i sin sammanställning av tidigare studier gällande ergonomi att det finns ett starkt stöd för ekonomiska fördelar utifrån ergonomiska åtgärder. Den ekonomiska fördel som visas är ofta minskning av sjukfrånvaro och personalomsättning. I en rapport från arbetslivverket (Brännmark *et al*. 2012) visar man på att individens förmåga att utföra ett arbete beror på hur arbetsplatsen är utformad och hur pass ergonomisk den är inrättad. Man såg även att om arbetsförmågan är nedsatt påverkar det kvalitén på produkten och detta leder i sin tur till att verksamheten påverkas negativt (Brännmark *et al*. 2012).

Kroppsligt utövande kan skapa ländryggsproblem men och även kotor kan belastas där nerver kan komma i kläm då ryggmuskulaturen får flexa och stretcha i olika vinklar som kan skapa press mot diskarna i ryggen (Alber & Estill, 2007, Chaffin & Andersson 1991). Dessa besvär kan komma plötsligt eller utvecklas under en längre tid (Chaffin och Andersson 1991). Intensivt handarbete skapar en belastning på handen som kan leda till smärta och utvecklas till skador så som karpaltunnelsyndrom. (Albers & Estill, 2007).

3.4 Produktdefinition

Inledningsvis börjar man att definiera den produkt man ska ta fram eller utveckla. Här förklaras produktens process, i vilken omgivning den kommer befinna sig,

huruvida människan påverkas av produkten och även om det finns några ekonomiska aspekter att se över vid det kommande utvecklingsarbetet (Olsson, 1995). Några verktyg som använts under denna fas är imageboards och personas (Österlin, 2012).

3.4.1 Benchmarking

Genom att tillämpa benchmarking kan man jämföra olika produkter som redan finns på marknaden mot såväl varandra som mot sin egen produkt. Mått sker ofta i kvalitet samt tid och kostnad, och man mäter sina egna resultat jämfört med resultat och processer som har studerats hos andra, ofta ledande, företag. Benchmarking kan vara en engångsföreteelse, men behandlas ofta som en kontinuerlig process för att ständigt söka information för att förbättra sina produkter (Hanman, 1997).

3.4.2 Artikelsökning

Artikelsökning sker ett flertal databaser för att ge en veteskaplig förförståelse för vilken forskning som bedrivits inom området och hur denna har lett till vidare utveckling.

3.4.3 Produktundersökning

När man definierat produkten går man vidare och gör en produktundersökning och sätter upp kriterier för den nya produkten som ska tas fram. Man ser även över vilka befintliga produkter som finns på marknaden inom samma område. Utöver detta ser man dessutom till erfarenheter och brister gällande befintliga produkter och sammanställer dessa. Det är även viktigt att se över produktionen (Olsson 1995).

3.4.4 Kriterieuppställning

Konstruktionsuppdrag innehåller alltid ledande mål inför principkonstruktionsarbetet. Dessa mål måste i allmänhet översättas till kriterier som består av krav och önskemål, och man använder dessa vid framtagning och framförallt vid utvärdering av olika produktförslag. Det är alltid viktigt att specificera, detaljera och gradera de olika kriterierna (Olsson, 1995).

Kriteriernas formulering är mycket viktig då den ska vara entydig och inte kunna misstolkas. De får däremot inte begränsa lösningsarbetet. De ska även vara kontrollerbara i samband med de utvärderingar man gör av framtagna förslag. Genom att utvärdera kriterierna i olika matriser kan man utvärdera dem var för sig och i rangordning sinsemellan för att i efterhand kunna sålla bort produktförslag som inte uppfyller en viss kvot av kriterierna (Olsson, 1995).

3.4.5 Brainstorming

Brainstorming är en metod som innebär att en grupp samlas för att generera idéer tillsammans. Fler associationer uppstår ju fler idéer som kommer upp under träffen. En mycket viktig del av konceptet är att det inte får förekomma någon form av kritik. En till synes irrelevant idé kan leda vidare till en annan association hos en annan deltagare som ur detta kan få en ännu bättre idé. Ibland är det bra att gruppen inte bara utgörs utav en grupp experter, då dessa individer kan känna sig hämmade över att de måste komma med de bästa idéerna (Landqvist 2001).

3.4.6 Imageboards

Imageboards kan beskrivas som en visuell kravspecifikation, men även som en inspiration till skissarbetet. Den består utav ett flertal olika bilder som sätts ihop och beskriver hur produkten ska se ut eller upplevas utav dess användare. Den beskriver inom vilka ramar man kan arbeta med form, struktur, detaljer, färger och material (Österlin, 2012).

3.4.7 Personas

Personas är ett sätt att ge den kravlista man har för en produkt ett mänskligt ansikte. Den produkt man tar fram ska användas och utnyttjas av en viss bestämd grupp av individer som ska representera ett marknadssegment (Österlin, 2012) Personas som begrepp skapades av Alan Cooper på 1990-talet som ett verktyg inom mjukvarorutvecklingen för att ta fram en specifik användare av produkten snarare än en generell. Denna metod har grenat ut sig till att användas inom flertal fler områden så som marknadsföring, kommunikation och design (Cooper 1999).

3.4.8 Morfologisk analys

Morfologisk analys går ut på att välja egenskaper från ett koncept och kombinera med funktionerna från ett annat koncept. Det är en metod för att underlätta utvecklingen utav former och dess uppbyggnad och för att kunna ta fram helt nya idéer och produkter (Österlin, 2012).

3.4.9 SWOT-analys

SWOT analys används för att få en översiktlig bild av ett projekts mål och hur man på ett strategiskt sätt kan uppnå dessa. SWOT står för Strenght (styrka), Weakness (svaghet), Opportunities (möjligheter) och Threats (hot). Den visar på de styrkor och svagheter ett projekt eller en verksamhet kan ha och hur dessa kan påverka utvecklingen av projektet (Österlin, 2012).

3.5 Produktutveckling

3.5.1 Koncept- och idéskissning

Konceptskissning används för att få fram olika principlösningar på ett designproblem och de krav som är satta. Först skissar man utifrån koncept för att senare i processen fokusera mer på detaljer. Under konceptidé-fasen har man stadig kontakt med konstruktörer och användare för att kunna göra justeringar (Österlin, 2012).

3.5.2 Utvärdering och presentation av konceptval

För att få fram ett koncept att gå vidare med kan man använda olika materiser och prioriteringar där förslagen ställs mot varandra utifrån de krav som är satta (Olsson, 1995). I denna del av arbetet är det viktigt att det företag man arbetar mot under arbetet är delaktiga i processen och urvalet.

3.5.3 Utvärderingsmatris

Inom principkonstruktionsdelen finns en mängd olika utvärderingsmatriser att använda sig utav. I denna matris utvärderar man koncepten och förslagen man tagit fram och ger dem poäng beroende på hur de ställer sig mot kraven. En poänggräns sätts för att förslaget ska anses vara tillräckligt bra för att gå vidare i utvärderingen (Olsson, 1995).

Grupperingsskala:
***3p** - Uppfyller säkert kravet*
***2p** - Uppfyller troligen kravet*
***1p** - Uppfyller knappast kravet*
***0p** – Uppfyller inte kravet*

3.5.4 Mock-up

Mock-up är en fullskalig modell utförd på ett enkelt sätt utan detaljer för att skapa en överskådlig bild av hur åtkomligheter, proportioner och kroppsmått kan dimensioneras på en produkt. Det är ett enkelt och billigt sätt att se hur produkten ska utformas utifrån form och funktioner (Österlin, 2012).

3.5.5 Finita Elementmetoden (FEM-analys)

En metod för att analysera de olika förslagen och materialen ihop är att utföra en FEM-analys. I en FEM-analys utför man mekaniska och termiska beräkningar på hur den aktuella komponenten förhåller sig till de krafter den kommer utsättas för och analysen kan genomföras i CatiaV5. Utifrån FEM-analysen kan man med hjälp av beräkningarna välja det material som är bäst lämpat för konstruktionen. (Sunnersjö, 1999).

3.6 Detaljkonstruktion

Den slutgiltiga produkten kan komma att behöva specialtillverkade komponenter, och detaljkonstruktion innebär i första hand att finna och bestämma en detaljs uppbyggnadssätt, utformning och material. Nedan följer några av de tillverkningsmetoder gruppen valde att se över vid framtagandet av den nya konstruktionen.

3.6.1 Strängpressning

Vid framställning av rör eller stänger kan man använda sig av strängpressning, extrusion, som är en plastisk formgivningsmetod. Hur utseendet på profilen är utformad bestämmer tvärsnittet på detaljen. Materialet värms till precis under smältpunkt för att sedan pressas genom profilen för att få önskad form. Aluminium är lämpligt material att använda vi strängpressning då denna metall har låg flytspänning (Hågeryd, Björklund, & Lenner, 2001).

3.6.2 Svetsning

Svetsning är en metod som används för att sammansmälta två metallstycken genom att de hettas upp och på så sätt sammanfogas. Svetsning sker genom att hög energi smälter metallen och denna kan komma från antingen en gasflamma, laser m.m. Materialet som ska svetsa bör vara rent och fritt från oxider (svets.se).

3.6.3 Stansning

En stans är ett klippverktyg som gör hål i olika tunna material, mellan 0,1-8 mm tjockt, och består utav en dyna och en stans. Dessa är utformade efter samma mönster som produkten ska få och stansen trycker materialet mot dynan för att klippa ut det. Först uppstår en elastisk deformation i materialet för att sen övergå i en plastisk deformation när klippverktyget går genom materialet. Det är viktigt hur man placerar stansprofilen på materialet för att minska materialåtgång. Stansning är en tillverkningsmetod som är relativt billig då endast stans och dyna behöver tillverkas. Stansverktygets hållbarhet är beroende på utformningen och materialet den skär i (Hågeryd. *et al.* 2001).

3.6.4 Bockning

Vid bockning sträcks materialet på ena sidan och böjs på den andra. Detta sker genom en underdelshalva som är fast och en överdel som effektivt böjer materialet. Man kan behöva en bockningsprofil för att stödja materialet så att det inte tappar sin form. I det bockade materialet kommer det att finnas permanenta restspännigar då materialet inte deformeras helt. Bockning är en relativt billig metod då den inte kräver mycket resurser vid utforningen (Hågeryd. *et al.* 2001).

3.6.5 Laserskärning
Laserskärning har många fördelar då metoden med stor noggrannhet och hög skärhastighet kan skära i flertal material. Med hjälp utav speglar leds laserljuset mot önskad riktning och på grund av den höga energitätheten förångas materialet. Laser är en relativt dyr metod (Hågeryd. *et al.* 2001).

3.6.6 Vätskestrålskärning
En metod där en tunn vattenstråle skjuts ut i hög hastighet, ca 1000 m/s, för att skära i material och ta fram olika former. Munstycket styrs med antingen teknisk utrustning eller manuellt (Hågeryd. *et al.* 2001).

3.7 Materialval
Med materialval avses de uppgifter som behövs för att hitta ett material vars egenskaper överensstämmer med både tekniska som ekonomiska kriterier på detaljen. Det är lämpligt att använda material som bidrar till att uppställda krav och önskemål hos produkten uppfylls. Det kan komma att finnas olika alternativ som går att använda sig av. Man får utvärdera de olika förslagen gentemot varandra och till sist välja det som är bäst anpassat för den produktsammanställning som är framtagen.

3.7.1 Aluminium
Aluminium kännetecknas ofta av sin låga densitet och goda formbarhet. Denna gråsilvriga metall har även hög ledningsförmåga, god korrosionshärdighet och hållfasthet. Ett oxidskikt bildas vid kontakt med syre som gör förhindrar metallen från korrosionsangrepp. Aluminium har en densitet på 2.71 g/cm3 (Ullman, 2003)

3.7.2 Rostfritt stål
Rostfritt stål är en järnlegering med god motståndskraft mot korrosion och kemiska angrepp. Den innehåller minst 10,5 % krom, nickel och fyra till fem andra element. Rostfritt stål framställs i många olika former beroende på användningsområde och vilka egenskaper stålet behöver (CES Edu Pack, 2014).

3.8 Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)
För att kvalitetssäkra en produkt behöver man kunna förutse potentiella fel, utvärdera konsekvenserna och föreslå åtgärder. En modell för att utföra detta är genom feleffektsanalys, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), som genom ett poängsystem visar på vilka fel som bör åtgärdas för att förhindra att felen sker. Modellen visar på var i kedjan man värderar var de största riskerna finns inom ramarna av effekt, uppträdessannolikhet och upptäckssannolikhet som garderas inom en skala på 1-10 där ett lägre tal är till fördel (Bergman & Klefsjö, 2003).

3.9 Prototyper

Ulrich och Eppinger's (2012) definition av prototyp lyder: *"An approximation of the product along one or more dimensions of interest"* och betyder fritt översatt att det är en appromaxion av produkten i enlighet med en eller flera intresseområden. Detta är en medvetet bred definition som innebär att så länge en prototyp behandlar minst en aspekt av produkten som kan vara av intresse för utvecklarna, så är det en prototyp.

Enligt Ulrich och Eppinger (2012) finns det fyra tänkbara syften med att använda sig utav en prototyp.

- *Lärandet* handlar om att besvara frågor om ifall produkten kommer fungera som man tänkt sig, till exempel prestanda- eller marknadsmässigt.
- *Kommunikation* uppstår gällande prototypen då man mycket lättare kan diskutera kring en fysisk modell, speciellt om den är tredimensionell.
- *Integration* mellan olika delprodukter är en otroligt viktig del i prototyparbetet så man kan se ifall de olika delarna fungerar ihop i det som utgör slutprodukten. När man vill att flera funktioner ska samarbeta fungerar allra bäst en fysisk prototyp.
- *En milstolpe* är något som kan verifiera att man uppnått ett specifikt mål i utvecklingsarbetet, och det är vanligt att man kräver en fungerande prototyp innan man går vidare i processen.

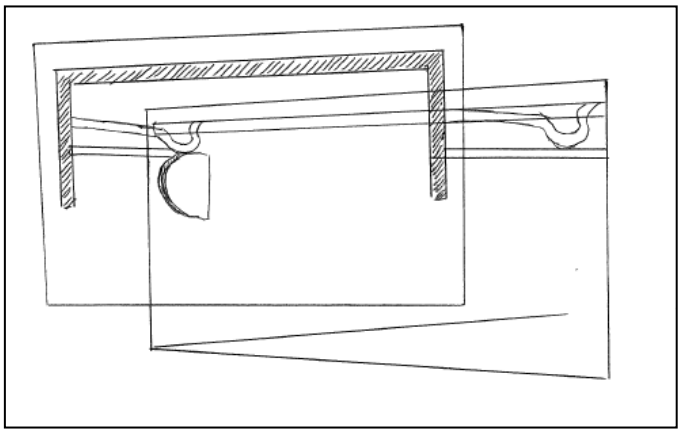
Användning av prototyper ökar ofta sannolikheten för att lyckas med produktutvecklingen i ett tidigare stadie än utan prototyp (Ullman 2010).

4 Resultat

Resultatet blev en fästanordning som består av totalt fyra komponentdelar: två ramhållare, ramen och en klick-dörr. Arbetsprocessen presenteras nedan.

4.1 Principkonstruktion

För att ta fram det bästa nya konceptet påbörjades arbetet med Principkonstruktionen där en definition samt undersökning och kriterieuppställning av produkten, i detta fall bussens bagagelucka, togs fram (se bilaga 1). Kriterierna togs fram i samråd med ÅF. Detta följdes upp med en förstudie kring bussar och dess bagageluckor där man tillämpade artikelsök i databaserna Emerald, Springer LINK och PubMed, benchmarking, morfologisk analys, imageboards, personas och en SWOT-analys (bilaga 2). Detta gav en bra bas för att kunna ta fram nya koncept av bagageluckans konstruktion, framtagen för målgruppen i åldersspannet 10 år och uppåt, allt ifrån passagerare och busschaufför till montör. Utifrån förstudien tog man fram tre olika koncept för den nya konstruktionen (bilaga 3). Efter utvärdering av de tre koncepten (bilaga 3) ansågs koncept 3 var det bäst lämpade. Koncept 3, som liknar dagens lucka, är i många avseenden det bästa alternativet då luckan går att öppna i trånga utrymmen. De andra förslagen krävde en större omställning från dagens konstruktion.



Figur 4.1, Bild på Koncept 3

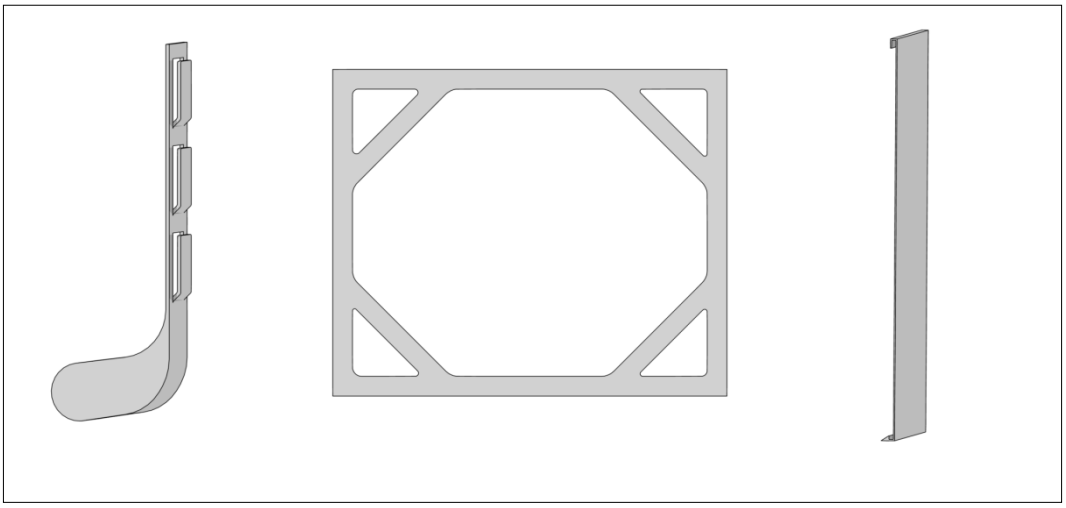
4.1.1 Definition av fortsatt arbete

I samråd med ÅF valde gruppen att inte gå vidare med hela konceptet, utan endast delar av det. Vidare idégenerering genomfördes med utgångspunkt från resultaten i förstudien och flertalet förslag togs fram på hur man skulle kunna gå vidare i projektet (bilaga 3). Tillsammans med handledare från ÅF kom gruppen fram till att dagens skenor kan bevaras, då man nu skulle kunna justera läget av dörren

med hjälp av ramen. Man valde att från och med denna utgångspunkt endast lägga fokus på att ta fram de nya ramhållarna, ramen samt dörren i det fortsatta arbetet. Dessa komponenter och dess vidareutveckling i projektet kommer fortsättningsvis refereras som ”fästanordningen”.

4.2 Konceptframtagning fästanordning

Den redan framtagna definitionen och undersökningen av produkten (bilaga 1) bevarades, men gruppen tog fram tre nya kriterieuppställningar, en för ramen, en för kroken, och en för dörren för det fortsatta framtagningsarbetet (bilaga 4). Utifrån dessa tog man fram de mest lämpade utformningarna av fästanordningens detaljkomponenter utifrån det valda konceptet. Skisser och utvärdering av förslagen framgår i bilaga 5 och FEM- analyser samt val av antal krokar i bilaga 6. Efter utvärderingen av förslagen och resultatet från FEM-analysen resonerades det kring hur förslagen ställde sig mot kraven, vad som hade lämpat sig bäst gällande tillverkning av dem samt hur monteringflödet skulle gå till (bilaga 7). Tre nya detaljkomponenter valdes fram och sattes ihop till det slutgiltiga konceptet.



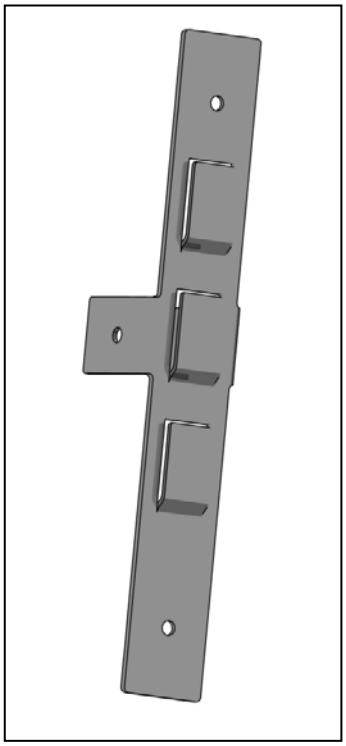
Figur 4.2, Vald krok, ram och dörr

4.2.2 Materialval

Utstansning valdes som tillverkningsmetod för ramhållarna (se bilaga 8) då detta är ett relativt billigt tillvägagångssätt. Efter det gjordes en FEM-analys för att se hur krokarna betedde sig i de utvalda materialen aluminium och rostfritt stål med pålagda laster (bilaga 9). Gruppen valde till slut att tillverka ramhållarna i rostfritt stål, då detta material var mest hållbart.

4.3 Primärkonstruktion

Inför primärkonstruktionen fanns ett fullständigt konceptutkast att arbeta vidare med. En omrevidering av ramhållaren genomfördes för att få fram ett mer lämpligt fäste mot skenorna. Man gjorde även en mock-up över konceptet för att se till att det verkligen skulle fungera (bilaga 10). I bilaga 11 framgår en beskrivning av det slutgiltiga konceptet.



Figur 4.3 Slutgiltig ramhållare

4.3.1 Detaljkonstruktion

Det slutgiltiga konceptet av fästanordningen består av de tre unika detaljkonstruktionerna ramen, ramhållarna och dörren. De framtagna detaljerna till fästanordningen har dimensionerats och ritningar på alla ingående delar framgår i bilaga 12. Gruppen valde att tillverka ramen och dörren i aluminium och ramhållarna i rostfritt stål.

4.3.2 Ram

Ramen är formad som en fyrkant med stöd i alla fyra hörn för att förbättra hållfastheten. Ramens mått är 996 mm x 1200 mm x 3 mm och ramens kant in mot mitten är 60 mm. På ramens sidor finns utstansade hål samt skruvhål för infästning där ramhållarna fasas in. Ritning på ramen framgår i bilaga 12.

4.3.3 Ramhållare

Ramhållaren är vid framtagning formad som ett plus. Man stansar sedan ut 3 krokar för att sedan bocka in sidorna. Ramhållaren fästes mot skenorna och krokarna fästes mot ramen. Ramhållaren är 432 mm x 60 mm x 70 mm i sitt slutliga skick. Ritning på ramhållaren framgår i bilaga 12.

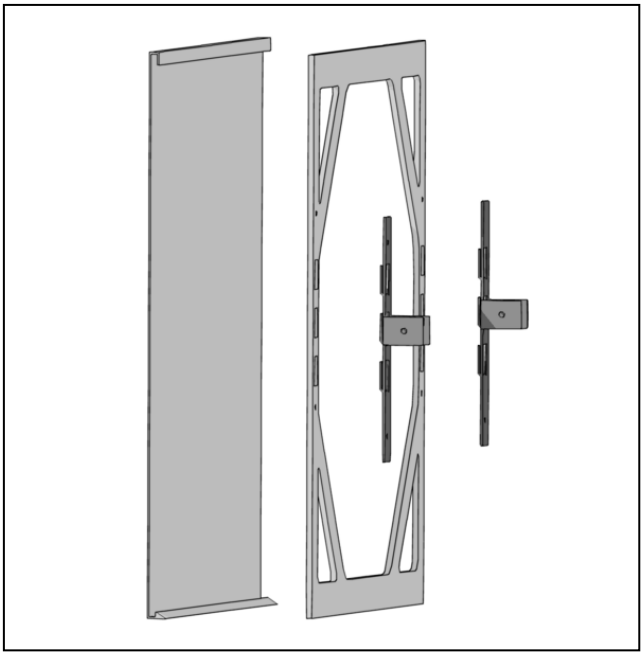
4.3.4 Dörr

Dörren är formad som en stor fyrkant och anpassad efter ramens mått. I överkant är dörren bockad för att kunna haka på ramen och i nederkant finns en klick-funktion som gör att dörren kan tas av igen. Dörren är 1000 mm x 1200 mm x 3 mm stor. Ritning på dörren framgår i bilaga 12.

4.4 Montering

Monteringen är det som utgör den stora förändringen från det idag befintliga konceptet och det nya koncept som tagits fram. Med hjälp av Design for Assembly anpassades monteringen efter de 13 regler som finns att följa och nedan beskrivs rekommenderat monteringsflöde:

1. Montera ramhållarna på skenorna
2. Montera ramen på ramhållarna
3. Montera dörren på ramen

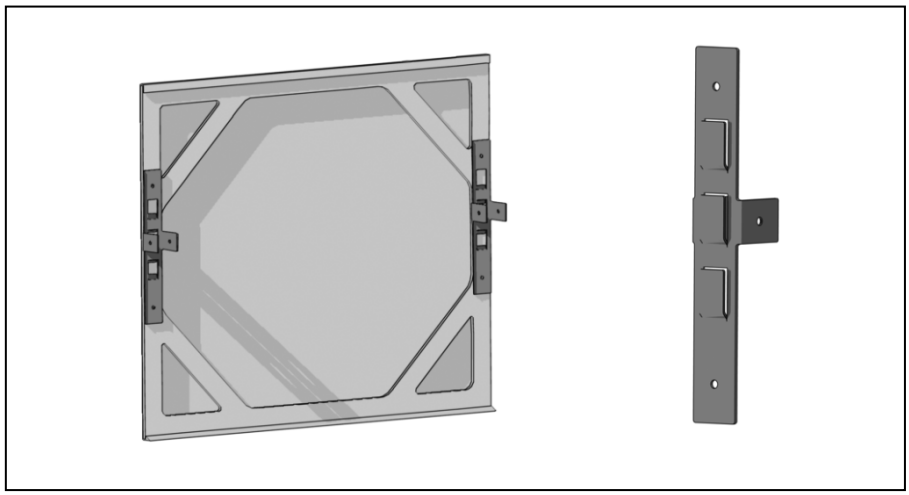


Figur 4.4, Monteringsflöde

Beskrivning och fler bilder gällande monteringssammansättningen finns i bilaga 13.

4.5 Presentation av slutgiltig produkt

Det fullständiga konceptet för fästanordningen visas nedan. För fler bilder och ritningar, se bilaga 12-13.



Figur 4.5, Fullständig fästanordning

4.6 Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Som ett avslut av konceptframtagningen genomfördes en FMEA för att felsöka produkten och finna åtgärder på eventuella tillverknings- eller användningsfel (bilaga 14)

4.7 Prototyp

Man tog fram en prototyp för att kunna visa upp den nya konstruktionen visuellt. Bilder från framtagning av prototypen och den slutliga prototypen framgår i bilaga 15.

5 Slutsatser

5.1 Konstruktionsändringar

Dörrens utformning kommer utvändigt att se likadan ut som vid befintlig konstruktion. På insidan har det integrerats en fästanordning mot dagens förekommande skenor. Fästanordningen består av två ramhållare, ramen samt en klick-dörr. Konstruktionen är inte anpassad till en specifik busstillverkare och därför har inte fokus legat i att utforma detaljkonstruktionen vidare. ÅF bad om ett koncept att jobba vidare med mot flera olika bussleverantörer. Om något bussföretag vill gå vidare med den nya konstruktionen kommer ÅFs konsulter att anpassa konstruktionen efter deras standardkomponenter, i detta fall skenorna, bagageluckans storlek och tillhörande pneumatik.

5.2 Montering

Teoretiskt sett har monteringen underlättats för montören genom att bagageluckan nu sätts ihop utefter en viss ordning. Eftersom monteringsflödet nu är bättre upplagt och tiden minskats ner drastiskt från föregående konstruktion, har ÅFs önskade kriterier från uppstart av projektet uppnåtts.

En ytterligare aspekt som kan tas i åtanke är att om bussen krockar och dörren behöver bytas ut, behöver man nu eventuellt endast byta ut klickdörren beroende på skadans omfattning. Detta kommer underlätta reparationsarbetet och dra ner på tidsåtgången även där.

Ett av kraven var att få ner tiden från 4 h till 10 minuter. Om detta verkligen uppfyllts kan man tyvärr inte ta reda utifrån utsatt projekttid, då endast ett koncept tagits fram. Förhoppningsvis kommer man vid införande av konceptet kunna montera ihop hela bagageluckan, inklusive justering, på mindre än 30 minuter.

5.3 Tillverkning

Vid utvärderingen av ramhållare valdes inte den krok som deformerades minst utan den som var billigast att tillverka. Deformationerna var i slutändan så små i skillnaderna mellan de olika alternativen att kostnaden för tillverkning blev mer essentiell. För ramhållaren får man ta fram både en stansning och bockningsprofil vilket är billigare än att svetsa på krokarna.

Ramen kommer, med information från ÅF, att sättas samman av aluminiumprofiler. Information gällande om dessa kommer att vara solida eller ihåliga finns inte. Uträkningarna i rapporten är baserad på en solid ram och därför kan bagageluckan i slutändan bli ännu lättare om den är ihålig. Fördelen med en ihålig ram är att hålen för krokarna kommer att bli lättare att utforma.

Klickdörren är, med ÅF som referens, inte något problem att tillverka. När CAD-ritningar av dörren presenterades för ÅF så ansåg de att gruppen skulle lägga mertalet av tiden till att fundera på utformningen av ramhållaren och ramen då dörren skulle vara en relativt enkel detalj att ta fram. Med information från ÅF förmodas det att en aluminiumplåt klipps ut för att sedan bockas till rätt utformning.

5.4 Ergonomi

Med en minskad monteringstid och arbetsbelastning för montören kan man dra slutsatsen att hela verksamheten kommer se en ökad lönsamhet utifrån att den ergonomiska arbetssituationen har förbättrats. I det långa loppet kan dessa justeringar leda till att minskad sjukfrånvaro på grund av ett minskat antal fysiska skador vilket i sin tur kan leda till bästa mental hälsa för montörerna. Detta kan i sig bidra till en ökad kvalité på produkten som är en bidragande orsak till att verksamhetens förbättras (Brännmark *et al*, 2012).

5.5 Ekonomi

Då den nya konstruktionen eventuellt dragit ner monteringstiden till de önskade 10 minuterna skulle det med montörens timlön på 140 SEK istället för en lönekostnad på 3340 SEK per buss innebära en lönekostnad på 140 SEK per buss.

5.6 Etik & miljö

Projekts utfall kan vid implementering hos ett tillverkande företag ge goda följer för såväl arbetaren som miljön. Då den nya konstruktion teoretiskt är mycket mer ergonomisk för montören, kommer den att ge bättre förutsättningar vid tillverkning av bagageluckor på turistbussar. Detta kommer teoretiskt bidra till mindre sjukskrivningar och mindre kostnader för företaget, då monteringstiden dras ner och eventuella skador gallras bort.

Stora delar av konceptet som tagits fram består av aluminium. Då aluminium är ett återvinningsbart material kan man vid eventuella skador på konstruktionen lätt byta ut klick-dörren och återanvända materialet av den gamla. Vid eliminering av produkten kommer även ramen kunna återvinnas.

5.7 Rekommendationer

5.7.1 Materialval

Materialevalet har fallit på aluminium och rostfritt stål då ÅF främst förespråkat dessa metaller. Efter mötet med konstruktörerna på Volvo vet vi nu i efterhand att de övervägt andra material där kompositer är en av dem. Då dessa ännu inte är testade har de valt att fortsätta med tidigare nämnda metaller, även om kompositer skulle kunna vara ett billigare alternativ.

Våra rekommendationer faller på det faktum att aluminium och stål är vanliga materialval vid dessa konstruktioner. I slutändan är det ändå det företag som väljer att gå vidare med primärkonstruktionen som bestämmer vilket material som är mest lämpligt, troligtvis utifrån deras standardkomponenter. Vi kommer utifrån våra beräkningar att rekommendera en ramhållare i rostfritt stål, en ram i aluminium samt en klick-dörr i aluminium. Det ÅF får ha i åtanke vid vidareutveckling av ramhållaren är att dimensionerna kan skilja beroende på om man väljer aluminium eller rostfritt stål.

5.7.2 Övrigt

I och med att vi inte jobbat mot ett specifik tillverkare inom bussar så kommer det fortsatta arbetet att involvera mycket finjusteringar av detaljkomponenterna för att anpassa dem mot leverantören. Vi anser att våra FEM-analyser ligger till bra grund för att man inte ska behöva ändra utformningen på komponenterna speciellt mycket, men man behöver fortfarande anpassa dimensionerna för att de ska klara ställda krav på fästanordningen. En ytterligare rekommendation är att vid vidareutveckling av vårt koncept även fortsättningsvis se över den ergonomiska situationen för montören.

Utöver de rekommendationer vi ger gällande vårt framtagna koncept, så tycker vi att ÅFs konstruktörer bör se över infästningen av luckan i framtiden, snarare än luckans öppning. Efter mötet med Volvo fick vi fram att det är där problematiken sitter, och därför känns det viktigt att delge den till ÅF. Detta ger dem möjligheten att vid fortsatt arbete implementera den faktiska problematiken och eventuellt komma fram till en ännu bättre lösning av problemet.

6 Diskussion

Något som har varit ett problem under projektets gång är att man inte haft tillräckligt med kunskap om de svårigheter som råder idag kring justeringen och vilka komponenter som ställer till med mest besvär. Det hade underlättat mycket om vi tidigare i projektprocessen haft en inblick i hur dagens konstruktion ser ut, hur monteringsflödet går till och hur den ergonomiska situationen är för montören. Några dagar innan projektets inlämning fick vi till ett möte med konstruktörer på Volvo som jobbar med upphängningsmekanismen av bagageluckan på dagens bussar. Detta möte har under projektets process flertal gånger skjutits upp på grund utökad tjänsteresa hos vår kontaktperson. Hade mötet med Volvos konstruktörer skett tidigare hade vi haft en annan förståelse för problematiken i dagens konstruktion. Detta har lett till att mycket information kring dagens bagagelucka är baserat på antaganden i samråd med ÅF. Det var även en av anledningarna till varför definitionen av fortsatt arbete drogs ner till att endast ta fram fästanordningen och inte se över justeringsmöjligheterna längre. Däremot anser vi att den konstruktion vi tagit fram kommer att underlätta justeringsarbetet då vi skapat gynnsammare förutsättningar för framkomlighet vid montering.

6.1 Design for Assembly

Under hela processen av framtagandet av fästanordningen har vi använt oss av Design for Assembly (DFA) och utgått från teorins 13 grunder för att få fram en förbättrad produkt. Det slutgiltiga konceptet består av en komponent mer än föregående konstruktion. Detta går emot DFA’s punkt 1: ” Minimera antal komponenter” men konceptet är främst format efter DFA’s punkter 5: ” Val av effektiv monteringsfixtur” och 11: ”Arbeta för att skapa en rätlinjig och enkel montering”. Vi har designat symmetriska komponenter som smidigt passar ihop. Genom att utnyttja ramens dimensioner mot bussens öppning mot bagageluckan för att kunna hitta rätt läge för dörren behöver montören nu inte längre öppna luckan flera gånger för att justera läget. Även detta är en lösning som utgått från DFA’s grunder vid produktprocessen, där man vill ha en baskomponent, i detta fall skenorna, som man sedan bygger konstruktionen utifrån.

6.2 Montering

För att bekräfta teorin om det förbättrade monteringsflödet hade en funktionsriktig prototyp varit nödvändig vid tester mot definierad målgrupp, i detta fall montören. Projektet har inte omfattats av denna del och det är därför inte genomfört.

6.3 Ergonomi

En aspekt som inte togs upp från ÅF, utan som vi valde att frambringa själva, var att även underlätta monteringen för montören så att den inte bara ska gå snabbt

utan även vara mer ergonomisk. Med det nya konceptet på bagageluckan har man förbättrat ergonomin betydligt för montören. Eftersom ramen är lätt jämfört med föregående konstruktions dörr belastas inte montörens rygg i samma utsträckning. Detta leder till en minskad skaderisk för ländryggen. Då montören nu smidigare kan justera luckans läge kommer inte montören behöva böja sin rygg i flertal olika lägen som kan leda till en överbelastning och ge bestående skador (Chaffin & Andersson 1991). Ur ett ergonomiskt perspektiv har man även försökt minska ner antal fästanordningar då dessa påverkar montörens hand. Handarbete kommer fortfarande att behöva utövas men i mindre utsträckning om man jämför med tidigare.

En aspekt som däremot inte förändrats är att montören fortfarande får göra knäböj samt gå ner på golvet, vilket kan leda till belastningsskador på både knä och rygg (Alber & Estill, 2007, Chaffin & Andersson 1991). Bagageluckan sitter där den sitter på bussen och för att kunna nå vissa delar utav dessa måste montören därför böja på sin kropp för att komma åt dessa.

6.4 Tillverkningsmetod tidigt i arbetet

Vi valde att i ett tidigt stadie se över tillverkningsmetoden vid utformning av komponenter. Eftersom tillverkningsmetoden kan bli komplicerad och dyr anser vi att man bör se över denna aspekt tidigt vid framtagning samt utformning.

6.5 Ekonomi

Gällande den minskade monteringstiden på 10 minuter för den nya monteringen skulle det enligt beräkningar nu kosta 140 SEK per buss. Vi är däremot realistiska gällande detta och hoppas att monteringstiden i alla fall inte kommer dra över 30 minuter per dörr och i så fall skulle lönekostnaden ligga på 420 SEK per buss. Då detta är en minskning med 87,5 % anser vi att vi lyckats väldigt bra ur en ekonomisk aspekt.

6.6 Metoder och teorier

För att få en helhetssyn i produktutvecklingen behöver man flertal olika verktyg för att utforma den produkt man ska ta fram, så att den motsvarar de kriterier som är uppsatta (Österlin, 2012). Fredy Olsons metod för Pincip- och Primärkonstruktion har tillsammans med de andra verktygen vi använt, så som personas, mock-up och imageboards, skapat goda förutsättningar för en lyckad arbetsprocess. Dessa är metoder och teorier tillämpas ofta inom teknisk design och är relevanta att använda i alla aspekter av en produktframtagning.

Den nyframtagna konstruktionen av bagageluckan är först och främst en förbättring av monteringen. För att få fram hur detta ska utformas är det viktigt till att se över vem det är som monterar och vem det är som öppnar luckan. Vi har

valt att använda bland annat personas men även imageboards för att skapa en förståelse för brukaren och sammanhanget produkten används i. De olika verktygen visar på hur viktigt det är att ta inspiration från andra områden och implementera det till utformningen av den nya produkten som exempelvis vid morfologisk analys. Under processen har köksluckor, ramar, leksaker med mera varit till stor hjälp och inspiration för att se utanför ramarna och tänka fritt. Utvärderingsmatriserna för kriterier och koncept från Olson har legat till bra grund för att kunna prioritera kriterier och ta fram det bästa konceptet för användaren.

Design for Assembly har varit en bra teoretisk grund att arbeta från då den tar med ett helhetstänk i utformningen från tidig start. Den visar hur man ska bygga upp produkten för att skapa ett flöde som förenklar processen i både utformning och montering. I konstruktionen av den nya bagageluckan har detta varit till stor hjälp då den tack vare detta är lättare och snabbare att montera.

6.7 Organisation- och utvecklingsprocess

I samarbetet med ÅF jobbade gruppen utifrån det Ullman (2010) beskriver som en projektorganisation. Denna form av grupp som jobbar i ett projekt mot samma mål har enligt Ullman (2010) en förmåga att lyckas bättre då den är projektorienterad och alla känner samma ansvar i framtagning av produkten, som i detta fall är en ny konstruktion av en bagagelucka.

Ullman (2010) menar att för att ett team ska kunna bedriva en bra problemslösning behöver vissa faktorer fungera inom projektgruppen så som kompromisser istället för enhälliga beslut samt att alla har en grundlig förståelse för problematiken. Då alla förslag som tagits fram har vidare utvecklats i samförstånd med ÅF anser vi att vi arbetat utifrån Ullmans (2010) kriterier att kompromisser fattas i en konsensus och inte i enhälligt ledningsbeslut och samarbetet sker genom att dra nytta av varandras kunskaper i teamet.

Engagemanget och teamkänslan för projektet, som är en av de essentiella faktorerna för ett bra projektarbete enligt Ullman (2010), framkom tydligt när gruppen lät alla deltagare under ett möte rita ner de förslag och lösningar som individuellt uppstod. Detta skapade en öppen dialog om konstruktionens utformning och skapade en lättsam stämning där kreativiteten fick spinn.

Under hela projektets gång har gruppen arbetat utifrån Ullmans (2010) fyra faser: förstå problem, generera lösningar, utvärdera lösningar och fatta beslut. Vid framtagandet av de tre koncepten och beslutet av vilket som skulle vidareutvecklas nådde projektet en gate där konceptfasen avslutades för att gå vidare till nästa steg som innebar en ny fas av detaljkonstruktion. Detta följer den

beskrivning av utvecklingsprocess som Bohgard *et al*. (2008) redogör för där man alltid genomför en kontroll innan man kan gå vidare.

Projektgruppen har under utvecklingsprocessen för bagageluckan inledningsvis arbetat utifrån ett generiskt förlopp så som Ulrish & Eppingers (2012) beskrivning om hur dessa kan se ut. Vid detaljutvecklingen ledde arbetet in i en spiralprocess (Ulrish & Eppingers, 2012). När gruppen arbetade fram detaljer gällande monteringen och detaljkomponenter upprepade man flera olika tester med samma samt olika förutsättningar för att ta fram de mest optimala lösningarna innan man gick vidare till nästa fas.

Gruppen har även gjort en visuell prototyp för att kunna visa sin idé på utexamineringsdagen. Enligt Ulrish och Eppinger (2012) tillverkas en prototyp utifrån fyra tänkbara syften vilka bland annat kan leda till att lärandet om konstruktionen och kommunikationen gällande den kan tydliggöras på grund av att man har en tredimensionell fysik modell att visa upp konceptet med.

6.8 Studiens följder

Efter projektets slut så kommer ÅF att ta del av de beräkningar vi gjort och enligt information vi fått från dem, så är de ivriga gällande prototypframtagning och tester på vårt framtagna koncept. Vi har lagt ner mycket arbete kring förstudien och försökt ta reda på den bakom liggande problematiken som uppstår gällande dagens konstruktion. Vi har däremot väldigt sent i processen fått fram vad som verkligen är orsaken. Vi hoppas trots detta att något tillverkande företag gillar vår idé lika mycket som ÅF och att de tillsammans med tillverkaren kan ta fram en konstruktion som är utformad eller eventuellt liknar det vi tagit fram.

Om ÅFs presentation av vårt koncept inte lyckas fånga ett tillverkande företags intresse så har vi med denna rapport bidragit med mycket information gällande dagens konstruktion, och att ÅF i fortsättningen bör fokusera på infästningen då det är där större delen av problematiken ligger. Vi tror att vårt koncept i kombination med en bättre konstruktion kring infästningspunkterna i bussen, tillsammans kan utgöra en väldigt bra konstruktion. Detta kommer underlätta arbetssituationen för montören när det gäller både tid och ergonomisk arbetssituation.

7 Kritisk granskning

7.1 Etik

Med den nya konstruktionen har nu montörens arbete teoretiskt underlättats och den ergonomiska situationen är avsevärt bättre. Genom information från ÅF vet vi att bussdörrarna kommer monteras i bland annat Polen och Mexico. I en rapport framtagen av Karat (2015), en organisation som jobbar för mänskliga rättigheter, visades man att arbetsvillkoren på mobiltelefonfabrikerna liknar fabriker i utvecklingsländer. I Polen är de största rapporterade problemen hinder för fackligt engagemang samt risk för osäkra arbetsförhållanden och dåliga arbetsvillkor. I rapporten beskrivs 12 timmars arbetsdagar med låg lön och vi anser att vår nya konstruktion kan underlätta det ergonomiska förhållandet trots den fortsatt dåliga arbetssituationen (Karat, 2015).

7.2 Miljö

Vår nya konstruktion kommer tyvärr inte skapa möjlighet för tillverkande företag att dra ner på sin miljöpåverkan. Den slutgiltiga vikten av fästanordningen blev totalt 21,2 kg vilket är 1,2 kg mer än dagens konstruktion. Vi har däremot gjort beräkningar på en solid aluminiumram, och vi hoppas att vikten kommer att dras ner minst 1,2 kg vid produktion. Enligt Miljönytta.se har varje komponent en viktig betydelse för att minska ner fordonets vikt vilket leder till minskad bränsleförbrukning (Kronqvist, 2012). Då vi med ÅF's information vet att ramens kommer strängpressas kommer den totala vikten av ramen med stor sannolikhet att minska. Detta på grund av att vi har gjort våra beräkningar på en solid profil och strängpressade profiler är mer ihåliga.

Då konstruktionen främst består av aluminium kan stora delar av den återvinnas vilket leder till att upp till 95 procent av energimängden som används vid tillverkning av aluminium från bauxit besparas (Svenskt aluminium, 2015).

Det som möjligtvis kan påverka miljön negativt är att vi tagit fram en extra komponent som tas fram separat, men det tycker vi kompenseras upp mot minskad moteringstid och arbetsbelastning.

7.3 Ekonomi

Den nya konstruktionen kommer bidra till minskad material- och lönekostnad för det tillverkande företaget, vilket leder till en förbättrad ekonomi.

7.4 Otillräcklig information

Som tidigare nämnt har vi sedan början på februari försökt få till ett möte med Volvo, men detta har flera gånger blivit framskjutet. Under mötet kom det fram att Volvo håller på att ta fram en ny konstruktion på bagageluckans gångjärn som

ska minska ner på just justeringsmöjligheterna. Denna konstruktion är ännu inte satt i tillverkning utan fortfarande på primärkonstruktionsstadie. Konceptet bör kunna leda till att monteringen inte tar lika lång tid gällande främst justeringen.

Konstruktörerna på Volvo fick tillfälle att se vårt koncept och fann det intressant. Däremot var deras konstruktiva kritik till utformningen att trots att ramen kan justeras mot bagageluckans öppning mot bussen, finns det fortfarande en risk att den inte kommer att vara stabil. Att ramen är platt i sin utformning kan även påverka dess stabilitet och på så sätt göra att dörren skevar. Den främsta problematiken till att luckan kan bli skev i dagsläget är konstruktionen på gångjärnen samt en infästning inne i bagageutrymmet. Skulle denna infästning ruckas en grad påverkas dörren så pass mycket att den blir helt snedställd. Detta sker lätt vid monteringen när materialet värms upp av arbetet och sen kyls ner.

Innan projektet började ta form hade vi inte denna förkunskap. Hade vi fått uppdraget direkt från Volvo hade vi haft en större inblick i dagens faktiskta problematik kring justering. Förståelsen kring upphängningsmekanismens betydelse för justeringen hade varit mer omfattande och projektet hade troligtvis fått ett annat utfall.

ÅF är däremot nöjda med det framtagna konceptet och ser en potential i den nya konstruktionen och de kommer att presentera det för olika företag.

7.5 Arbetsmetodik

7.5.1 Metoder och teorier

Som tidigare nämnt anser vi att resonemanget kring vald tillverkning bör komma tidigare i produktutvecklingsfasen då detta påverkar hur komponenten ser ut och utformas samt kostnad för produkten. Både princip- och primärkonstruktion skapar ett helhetsperspektiv på produktutformning där man tar hänsyn till människa, miljö och ekonomi. Det hade däremot varit önskvärt att man kunde få inblick i hur man ska tänka kring konstruktionen av produkten.

7.5.2 Design for Assembly (DFA)

Vid samtal med ÅF har man kommit fram till att den extra komponenten, det vill säga ramen, inte är ett problem. Eskilander (2001) beskriver att det kan leda till ökade kostnader då man kan behöver tillverka nya komponenter för att uppnå en produkt tillverkad utifrån DFA’s teori. I detta fall reduceras tiden så pass anmärkningsvärt att ekonomiska mellanskillnaden förmodligen försummas. Detta till trots att den säger emot Design for Assembly’s 13 regler där en regel utgör att minska ner anatalet komponenter.

7.5.3 Designverktyg

En ny design eller konstruktion skapas utifrån produktutvecklaren och det är viktigt att man inte skapar en design baserat på eget tycke och tänk. De olika verktygen vi använt skapar en bra förutsättning för optimal anpassning. Det handlar också om att man som produktutvecklare ser sina egna begränsningar samt påverkan och försöker minimera dessa. Till exempel så är personas i mångt och mycket en påhittad individ. För att få en mer djupodlad bild av användaren krävs en mer grundläggande analys som kan ta upp till ett halvår (Cooper, 1998) där exempelvis intervjuer av användare hade gett en bättre bild av brukaren.

7.5.4 FEM-analyserna

De beräkningar som genomförts under arbetets gång har skett med hjälp av Catia V5 i arbetsbänken Generative Structure Analysis (GSA). Eftersom våra beräkningar är gjorda utifrån antaganden, med referens från informationen vi fått från ÅF, så anser vi att de går att lita på till viss del. Däremot hade noggrannare undersökning av de krafter som belastar luckan varit till fördel för att få fram än mer korrekta resultat när vi resonerade kring vilken ram och krok som var bäst lämpad.

Vi kan inte heller lita på att Catia V5 ger oss exakta siffror på det vi lagt in i beräkningarna. Däremot ger programmet oss en bra bild av hur materialet och konstruktionen kommer bete sig i verkligheten.

7.6 Referenser

De referenser vi har valt att använda oss utav är böcker, artiklar, rapporter och websidor. Då det inte funnits speciellt mycket information att hitta gällande just bagageluckors utformning har vi fått plocka delar av olika ämnen vi berört under processens gång. Det har handlat om allt ifrån hur man bäst designar en ny produktsammansättning till dagens montörers arbetssituation. Kombinationen av alla dessa referenser har gett oss möjligheten att försöka skapa en egen bild av huruvida en bagageluckas konstruktion eventuellt kan utformas för att förbättra arbetet utifrån dagens läge. Om vi hade haft en närmare kontakt med en montör under hela projektets gång hade vi kunnat få mer feedback på våra förslag utifrån en mer berörd person än konstruktörerna på ÅF, som egentligen vet lika mycket som vi. Däremot tycker vi att utifrån de referenser vi hittat, så har vi gjort bra och relativt trovärdiga antaganden under projektets gång, något som varit väldigt svårt och krävt mycket resonemang och diskussion.

7.7 Granskning av arbete

Projektet är genomfört i samarbete med ÅF där gruppen har fått i uppgift att ta fram en bagagelucka till turistbussar. Gruppen har under arbetets gång haft kontakt med ÅF vid flertal tillfällen. Vi är mycket tacksamma för all den hjälp vi

fått från vår handledare Sandra Grönbäck och projektansvarige Peter Blomgren som flitigt svarat på våra frågor och varit tillgängliga för all form av konsultation gällande projektet. ÅF har även försett oss med bra konsultation hos berörda parter som har teknisk expertis.

Gruppen har även varit i kontakt med utomstående konsulter inom området. Det som gruppen däremot har fått förståelse för är att man som student inte alltid är prioriterad och att de svar man hoppas få eller möten som bokas in inte alltid blir av.

Det som inledningsvis påverkade arbetets gång var att fokus först låg på självaste bussdörrens öppning. När man väl ringat in att det var självaste monteringen och konstruktionen som var problemet kunde man börja avgränsa området och påbörja genomförandet av examensarbetet på riktigt. Här har gruppmedlemmarna förstått innebörden av hur viktigt det är att definiera och avgränsa problemformuleringen tidigt inför ett projekt då tiden lätt rasar iväg. Det är viktigt att inte bara skrapa på ytan utan snabbt dyka ner i den faktiska anledningen bakom problematiken.

Även om vårt fokus låg på konstruktionen är det ändå viktigt att försöka se produkten ur ett helhetsperspektiv och rikta fokus på de som brukar produkten. Vi i projektgruppen har under vår utbildning lärt oss att tillämpa dessa metoder och teorier i olika sammanhang, och därför valt att integrera dessa i konstruktionsarbetet. Att ta fram denna produkt har gett oss ytterligare förståelse och kunskap inom produktutveckling och vi har även lärt oss att olika metoder är tillämpbara beroende på vad som ska tas fram.

Det som varit svårt är att finna litteratur inom området som gäller just konstruktionen av bagageluckan. Få studier är gjorda inom området. Det man märkt är att bagageluckans utformning på bussar inte har förändrats genom åren och variationerna på utformningen är få. Mycket av det utveklingsarbete som sker inom området är troligitvis inom företag och inte i forskningssammanhang.

Projektmedlemmarna har genom arbetet förstått innebörden av att arbeta i grupp. Olika kvalitéer hos vederbörande medlem kan gör att projektet fortskrider framåt då man ser saker ur olika perspektiv, men detta kan även skapa hinder då man inte alltid tänker lika.

I och med detta projekt har vi även förstått innebörden av att använda sig utav flera olika metoder vid framtagning av nya produkter. Många gånger använder man olika verktyg för att generera nya idéer utan att veta att man faktiskt använder sig av befintliga arbetsmetoder. Flera gånger under projektets gång har vi stött på nya varianter av utvärderingsmallar och konceptgenerering, och vi tror

att man kommer nog aldrig bli fullärd inom området av produktutvecklingsverktyg. Vi känner däremot att vi har en hel uppsjö av kunskap inom detta område att ta oss an under kommande projekt för att utveckla vår kompetens.

Genom skolans verkstad har vi kunnat ta fram en prototyp. Skolans datorsalar har försett oss med program för att kunna utföra vårt arbete så som Catia V5, Word och Excel.

8 Referenser

Böcker

Bohgard. M et. al.(Red). *Arbetet och teknik på människans villkor*. Stockholm. Prevent.

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

Chaffin, D.B & Andersson, G.J. (1991). *Occupational biomechanics* 2. Uppl. New York, NY: John Wiley and Sons Inc.

Hågeryd, L., Björklund, S and Lenner, M (2001) *Modern produktionsteknik 1*, Stockholm. Liber

Hägg.G. (2001*) Handintensivt arbete*. Stockholm. Arbetslivsinstitutet.

Olson, F. (1995) *Konstruktion*. Institutionen för Maskinkonstruktion, Lunds Teknska Högskola.

Jarfors, A. (2010) *Tillverkningsteknologi*. 4:1. Uppl. Lund. Studentlitteratur AB.

Landqvis, J. (2001) *Vilda idéer och djupodlande analys om designmetodikens grunder*. 2 Uppl. Stockholm. Carlssons Bokförlag

Sunnersjö, Staffan (1999). *FEM i praktiken: en introduktion till finita elementmetodens praktiska tillämpning*. 2., [granskade och kompletterade] utg. Stockholm: Sveriges verkstadsindustrier

Ullman. D.G (2010) *The mechanical design process*. 4 Uppl. Singapore. McGraw Hill.

Ullman, e. (2003) *Materiallära* 14. Uppl. Malmö. Liber. AB

Ulrich, K & Eppinger, S. (2012) *Product design and development*. 5. Uppl. Columbus.Mc Graw-Hill Higher Education.

Österlin, K. (2011) *Design i fokus för produktutveckling* .3:2 Uppl. Malmö. Liber. AB.

Artiklar

Albers, J:T., & Estill, C:F.(2007). DHHS(NIOSH) Publication No. 2007-122

Baykus, B., Anli, E and Ozkol I. (2011) SciRP Engineering, 3, p 411-421

Hanman, S. (1997),"Benchmarking Your Firm's Performance With Best Practice", The International Journal of Logistics Management, Vol. 8 Iss 2 pp. 1 - 18

Tompa, E., Dolinschi, R., De Oliveira, C and Irvin, E (2009) Journal of Occupational and Environmental Medicine, 51, 1004-1023.

Rapporter

Rapport 2012:1, Arbetsmiljöverket. Belastningsergonomiska studier utifrån ett produktions- och systemperspektiv – interventioner, verksamhetseffekter och konsekvenser. Stockholm.

Databaser

CES Edu Pack, 2014 (2015-04-20)

Avhandlingar

Eskilander.S. 2001. Design for automatic assembly. Diss. Stockholm. Kungliga tekniska Högskolan.

Websidor

Alan Cooper (1998) . Personas. http://www.cooper.com/journal/2008/05/the_origin_of_personas (2015-04-24)

Karat Polish Report Social Watch 2009 “ Social development”. http://www.karat.org/resources/polski-raport-social-watch-2009-rozwoj-spoleczny-2/ (2015-04-12)

Karat: http://www.fairtradecenter.se/node/193 (2015-05-05)

Kronqvist, P. E. (2012) Haldex: http://miljonytta.se/energieffektivisering/lattare-bromsar-minskar-material-och-bransleforbrukningen/ 2015-04 17

Kessböhmer: http://www.kesseboehmer.com/en/company-divisions/kitchen-furnishings-equipment/lift-up-systems/strato-e-strato/

Kesseböhmer: https://www.youtube.com/watch?v=6-F9l1PMApE (2015-03-10)

Svenskt aluminium: http://www.aluminiumriket.com/sv/miljoe/miljoe.php 2015-04-18

Svetsning: www.svets.se (2015-05-05)

Bilaga 1 Principkonstruktion

Produktdefinition

Produkten

Produkten är en bagagelucka till turistbussar. På en buss finns det ca sex luckor som är fastmonterade på bussens långsida som hålla det bagage som ska fraktas på plats. Produkten består av en stor aluminiumplatta som är 1 m x 1,2 m stor och ca 3 mm tjock. På produkten finns ett handtag för att kunna öppna luckan. Utöver det finns det olika typer av fästanordningar för att hålla luckan på plats och även tätning runt luckan för att stabilisera och förhindra att väta når bagaget på insidan.

Processen

Produktens huvuduppgift är att antingen hållas stängd och sitta på plats under bussens färd, eller att smidigt kunna öppnas för att människan ska kunna ta ut bagaget under trånga förhållanden. Öppningsfunktionen ska vara lätt att förstå och öppnings- samt stängningsmekanismen ska ske på ett lättarbetat sätt.

Omgivning

Luckans mekanism ska fungera med olika typer av bussar. Den ska klara av olika typer av miljöer då turistbussar färdas genom många olika länder med varierande klimat.

Människan

Användaren är i första hand busschaufförен som öppnar och stänger luckan efter resenärernas behov. Detta ger en bred målgrupp som innefattar alla åldrar från 18 år och uppåt. Andra användare kan vara resenärer som ska öppna luckan för att plocka ut sitt bagage, vilket ger oss en ytterligare målgrupp ner till ca 10 års ålder. Såväl busschaufför som resenär ska förstå sig på produkten och dess användning på ett enkelt sätt. En annan viktig användare är montören som monterar bagageluckan på bussen. För denna individ är det essentiellt hur bagageluckan är utformad så den inte får arbetsskador och att montören förstår hur den ska monteras.

Ekonomi

Några ekonomiska villkor är inte satta för produktens tillverkningskostnad eller försäljningspris. Tillverkningstiden är idag ca 4 h per dörr och kostnaden för en timmes arbete är 140 SEK. Då det är 6 dörrar på en buss blir detta en lönekostnad på 3360 SEK för en buss.

Produktundersökning

Historik

Det finns många olika typer av lucköppningar för turistbussar genom åren, allt ifrån att man har öppnat luckan rätt ut i 90 graders vinkel till att man idag vill få en mer diskret rörelse som följer längs bussväggen. Dagens upphängningsmekanism består främst av leder och stänger som styrs av gasfjädrar. Luckan är gjord av aluminium och är ca 1,2 kvm.

Erfarenhet och brister

I dagsläget är monteringstiden cirka fyra timmar per lucka på grund utav den nödvändiga finjusteringen av varje dörr som tar onödigt lång tid. Detta påverkar produktionsflödet negativt och även den ekonomiska situationen.

Produktionsbakgrund

Som nämnt så är det monteringstiden av luckan som i dagsläget är ett stort problem. På grund av ett tiotal olika justeringsmöjligheter har produktionsflödet påverkats negativt och man söker aktivt en ny och förbättrad lösning på problemet.

Marknadsföring, försäljning & distribution

Dagens bussluckor ser överlag likadana ut och har samma monteringstid. Det är därför attraktivt att få fram en ny förbättrad lösning på monteringen som gör det möjligt för busstillverkare att dra ner på produktionstiden avsevärt.

Ekonomisk bakgrund

Då lönekostnaden för en montör ligger på ca 140 SEK per timme är tillverkningskonstanden idag 3360 SEK för en buss.

Kriterieuppställning

Gruppen ställde upp de krav som sattes från uppdragsgivaren och även de önskemål som fanns för att uppfylla den nya mekanismen.

Krav:

K1 Luckan ska ta max 10 minuter att montera
K2 Luckan ska ha max 4 justeringsmöjligheter
K3 Luckan ska kunna monteras i stängt läge
K4 Luckan ska kunna justeras i stängt läge

Kriterieviktning

Kriterium	Krav 1	Krav 2	Krav 3	Krav 4	Korrektionsfaktor	Summa Poäng	Viktfaktor
	A	B	C	D	+	Pi	ki
1	0	2	1	1	1	5	25%
	2	2	0	0	2	4	20%
		3	1	1	3	5	25%
			4	2	4	6	30%
				Summa		20	1

Utvärdering

Den information gruppen kan ta med sig från denna kriterieviktning är att krav 4 är det som är viktigast vid utformningen av luckan, alltså att den ska kunna justeras i stängt läge. Strax efter kommer montering i stängt läge samt monteringstiden på 10 minuter, och minst viktigt är antal justeringsmöjligheter. Trots det kommer gruppen ändå att ha alla krav i åtanke vid skissningen.

Sökmatris

För att få en ytterligare överblick över kriterierna gjorde gruppen en livsperiodsmatris. På så sätt kunde man se till vilken del i produktens livsperiod som kravet eller önskemålet bör uppfyllas.

Livsperiod		Kravområden			
		Process	Omgivning	Människa	Ekonomi
Alstring	Forskning	**K1, K2, K3, K4**	**K1, K2**	**K4**	**K1**
	Produktplanering				
	Produktframtagning				
Framställning	Beredning	**K1, K2, K3, K4**	**K3, K4**	**K1, K2, K3, K4**	**K1, K2, K3, K4**
	Inköp				
	Tillverkning				
	Montering				
	Kontroll				
	Lagring				
Försäljning	Förpackning				
	Distribuering				
	Lagring				
	Försäljning				
Brukning	Köp	**K1, K2, K3, K4**	**K1, K2, K3, K4**	**K1, K2, K3, K4**	**K1, K2, K3, K4**
	Hemtransport				
	Installering				
	Användning				
	Underhåll				
	Förvaring				
	Kvittblivning				
Eliminering	Hämtning				
	Borttransport				
	Återvinning				
	Förstöring				

Bilaga 2 Förstudie

Gruppen valde att starta upp projektet med ett möte tillsammans med ÅF för att få reda på de uppgifter som fanns kring produkten i dagsläget och även vilka krav som ställdes på den nya utformningen. Då ÅF hade en önskan om nytänkande produktförslag fick gruppen inte speciellt mycket information om dagens montering och utformning, utan tanken var att gruppen skulle alstra nytänkande idéer gällande det öppningar av luckor.

Gruppen började söka via webben på bagageluckor på bussar och försökte ta reda på hur de i dagsläget ser ut och hur dess funktion är konstruerad. Gruppen tog fram olika förslag, men kände sig snabbt väldigt begränsade i antalet lösningar det finns att öppna en lucka på. Efter ett möte med handledaren Olle Claeson från högskolan kom man fram till att det inte är själva öppnandet i sig som är problemet, utan fokus vid förbättring bör ligga på monteringen och monteringstiden. Man valde att se på problemet från en annan vinkel och letade nu istället efter andra lösningar och tog ytterligare inspiration från andra områden som inte var kopplade till bilindustrin. Gruppen valde även att lyfta problematiken till ett större sammanhang och se möjligheterna i hur bagageutrymmet kan ändras helt från dagens utformning.

Gruppen tog mycket inspiration från köksinredning och hittade flera smarta lösningar på montering av luckor i kökrutrymmen. Man valde att tillämpa dessa i de skisser som vid ett kommande möte visades för ÅF. Gruppen brainstormade vidare och använde sig utav flera olika inspirationskällor som bland annat Pinterest och Kesseböhmer och kom fram till flera olika nytänkande lösningar på hur man skulle kunna konstruera luckan.

Vid mötet med ÅF presenterade gruppen framtagna imageboards och företaget fastnade för den inspiration som till stor del var kopplad till köksinredning och köksluckor. Under mötet som var i samråd med ytterligare konstruktörer på ÅF tog man beslut om att nu istället vinkla problemet mot monteringen och i och med detta framkom flera nya idéer. Gruppen lyfte även under detta möte tanken om att möjligtvis se över möjligheterna för hur bagageutrymmet kan ändras helt ifrån dagslägets utformning. Detta ledde fram till tre olika koncept, ram, låda och armar, som gemensamt hade samma grundproblem och behov av detaljlösningar vilka var öppning, justering och montering.

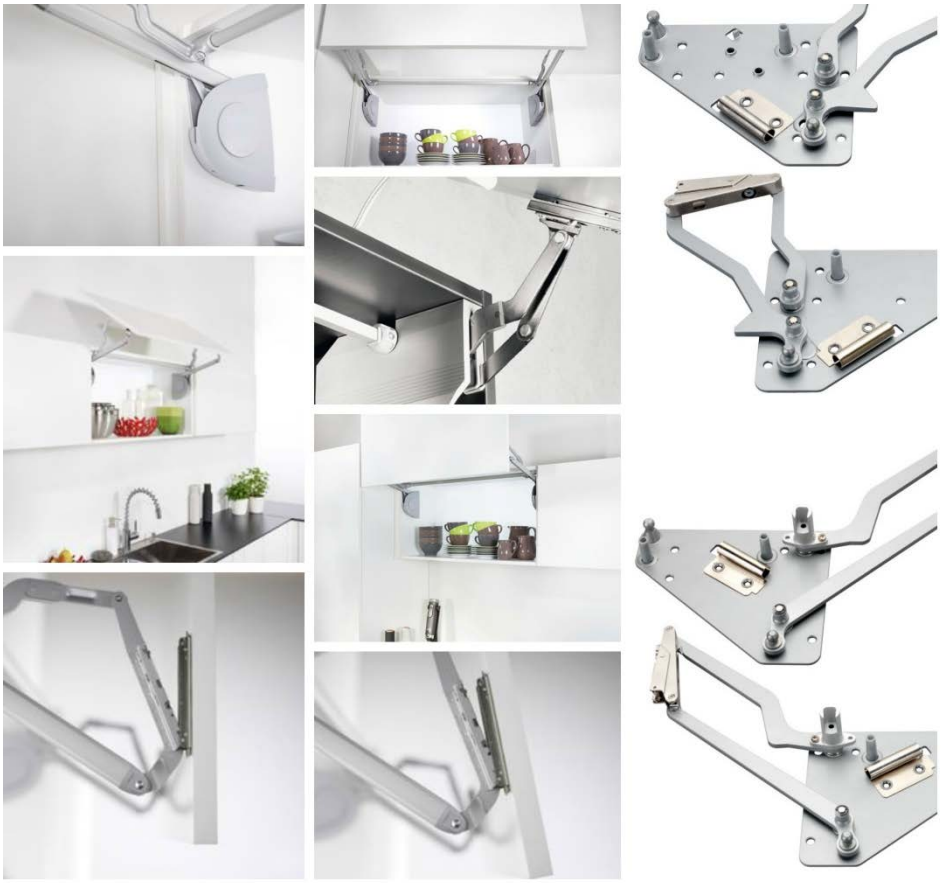
I bilaga 3 följer de tre olika koncepten som gruppen arbetade fram. Alla tre koncepten utgår ifrån att öppningen, monteringen och justeringen ska ske smidigt.

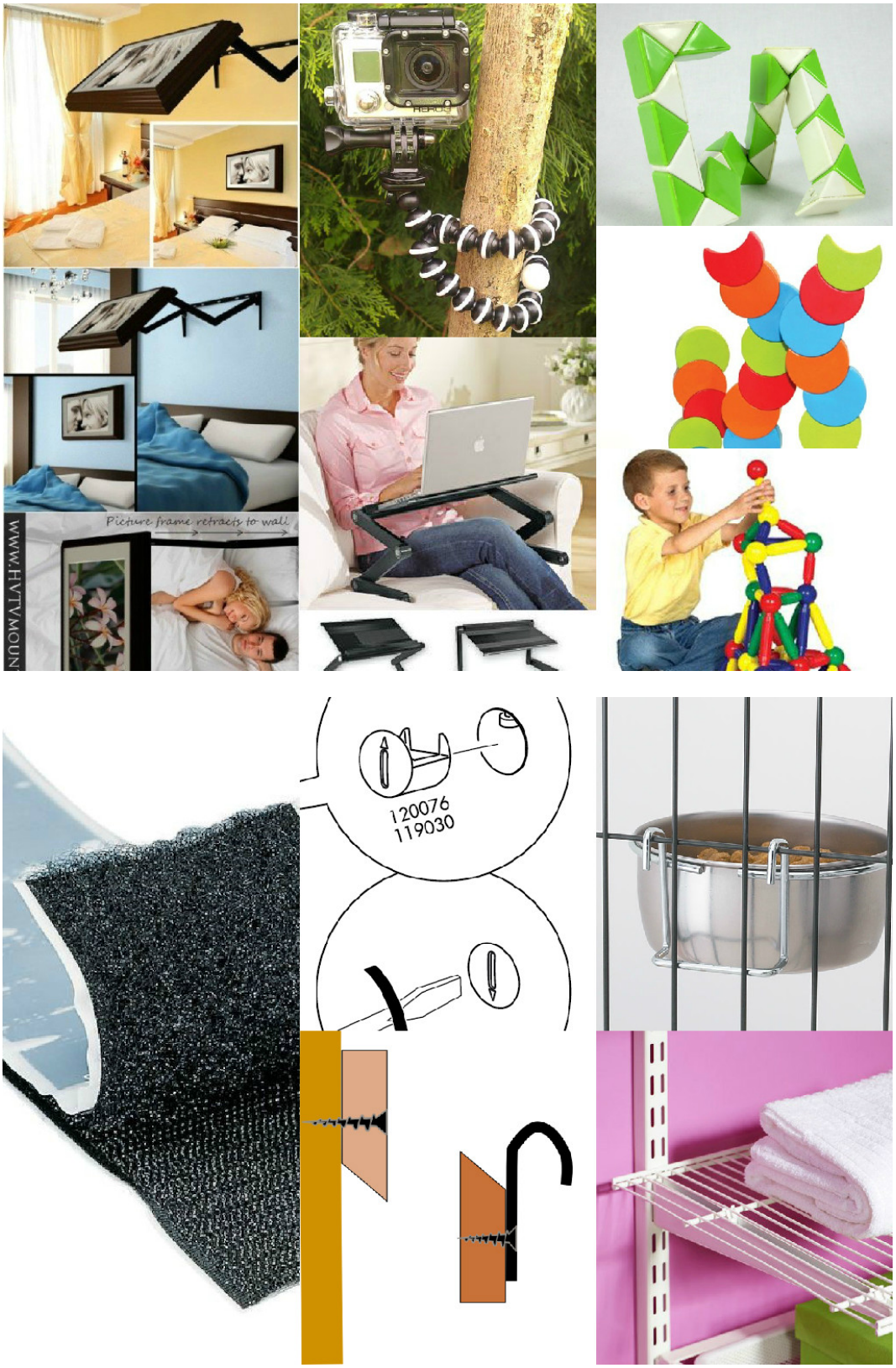
Benchmarking

I benchmarkingen har vi genom internetundersökning tittat på hur olika konkurrenters bagageluckor är utformade för att få inspiration till olika konstruktionsmöjligheter.

Morfologisk analys

Imageboards




Picture frame retracts to wall
WWW.HVTVMOUN
120076
119030

Personas

Persona 1

Arvid, 83 år, är sedan länge pensionär. Under flertal semestrar på äldre dar han och hans hustru Maj-Britt varit på olika bussresor ute i Europa. De trivs med upplägget att kunna njuta av utsikten, ha allt planerat och möjligheten att få träffa nytt folk.

På senare år har Arvid börjat få problem med reumatism som påverkar hans leder och händer. Han har även börjat känna mer och mer av besvären i hans rygg som han fått under sina år som industriarbetare på SKF i Göteborg.

Persona 2

Vlad, 25 år, jobbar som montör för bilar och bussar på en fabrik i Polen. Han har bara jobbat i några år och trivs med sitt arbete eftersom många av hans vänner jobbar på samma ställe. Hans flickvän är gravid med deras första barn och hans ser fram emot att få bli pappa.

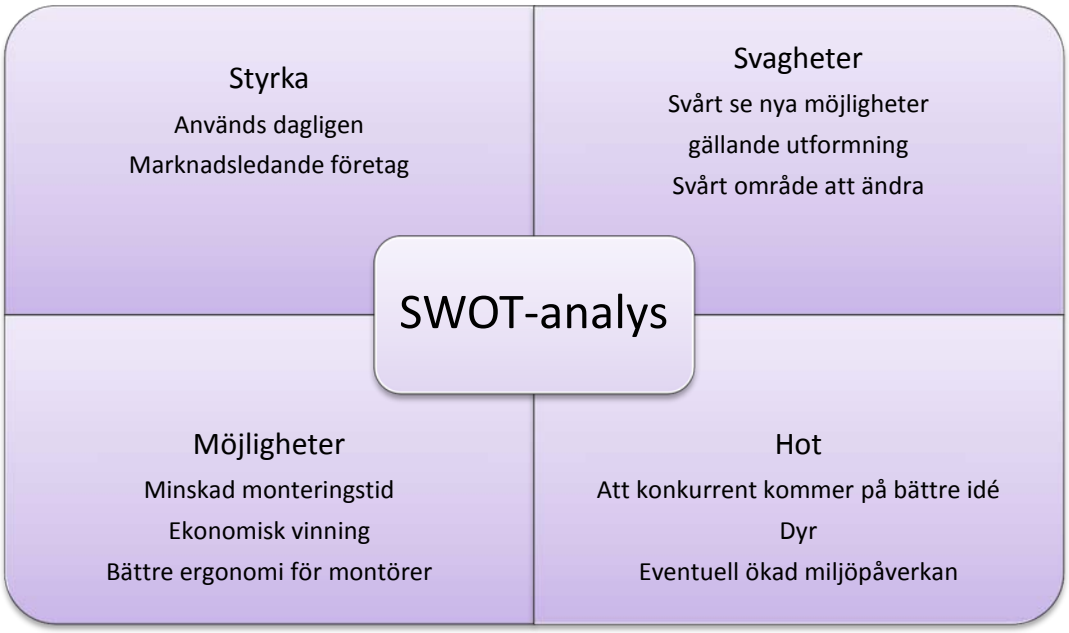
Vlad har däremot börjat få mer och mer problem med händer och knä. De många knäböjen för att nå fram till delar av bussar och bilar som han monterar påverkar hur hans kropp mår. Som ung spelade Vlad mycket fotboll och fick där igenom en knäskada som han nu känner av mer och mer.

Persona 3

Ulf, 55 år, jobbar som busschaufför och kör främst sträckan mellan Malmö-Oslo. Han bor i Skåne med sin fru Anita i Hjärup. De har två barn som nyligen flyttat ut och börjat studera på olika orter i Sverige.

På jobbet är han mycket tjänstvillig och försöker att hjälpa sina resenärer efter bästa förmåga. Han är ett stort fan av MIF och brukar gå på flertal av deras matcher med sina vänner.

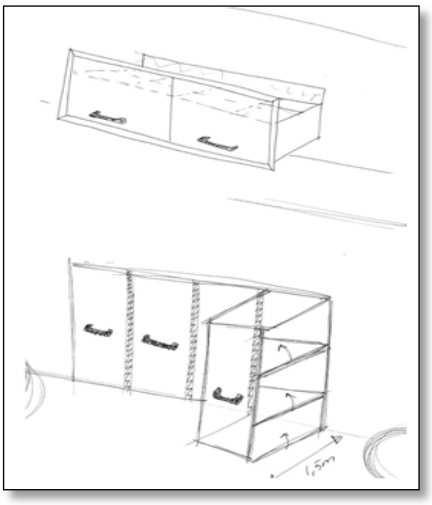
SWOT-analys


Styrka
Används dagligen
Marknadsledande företag
Svagheter
Svårt se nya möjligheter
gällande utformning
Svårt område att ändra
SWOT-analys
Möjligheter
Minskad monteringstid
Ekonomisk vinning
Bättre ergonomi för montörer
Hot
Att konkurrent kommer på bättre idé
Dyr
Eventuell ökad miljöpåverkan

Bilaga 3 Konceptförslag

Koncept 1

Inspiration från lådor och IKEA's klickluckor. Tanken är att man ska kunna dra ut en stor låda ur bussen där bagaget ligger i mindre lådor alternativt, står på hyllor.

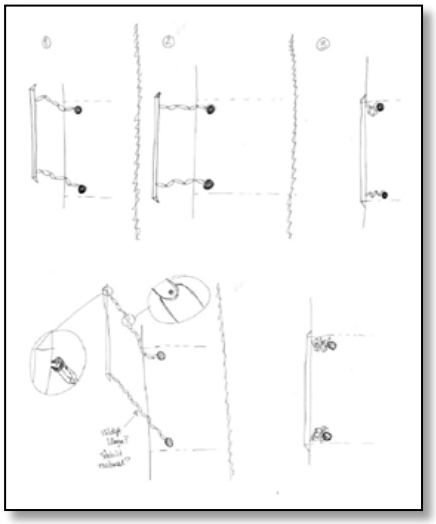


Fördelar: hela bagageutrymmet utnyttjas, man kan integrera låsfunktioner till lådorna och minimera stöldrisken, ergonomiskt att hantera bagaget.
Nackdelar: svår att öppna i trånga utrymmen.

Långsiktig lösning, skulle kräva helt en ny design av bussen låssystem i samband med luckorna. I och med den långa processen hos ÅF att ta fram en ny lösning ansåg gruppen att ÅF borde ha detta helhetstänk i åtanke.

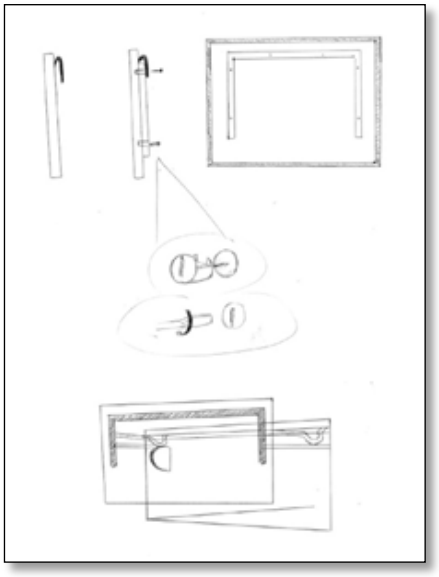
Koncept 2

Uppstått från två olika inspirationskällor: ett väggfäste till en tv och slingriga armar för ett kamerastativ. Tanken är att bagageluckan kan öppnas i flera olika riktningar och när den stängs med hjälp av pneumatik och dörren sugs fast på rätt plats.



Fördelar: antal justeringsmöjligheter minskar.
Nackdelar: krävs långa armar för att öppna dörren i yttersta läget

Koncept 3



En snilleblixt som uppkom vid mötet hos ÅF tillsammans med konstruktörerna, med inspiration från köksinredning (Kesseböhmer) som tagit fram en smart lösning vid montering av luckor. Kesseböhmers fokus är kök med trånga utrymmen, något en turistbuss utsätts för på t.ex. färjor/parkeringsplatser.

Fördelar: Liknar dagens öppning, enkel att montera
Nackdelar: Kräver stabilt material

Utvärdering

Här har gruppen utvärderat de skisser man tagit fram och gett dem poäng beroende på hur de ställer sig mot kraven. Gruppen har satt en poänggräns på 10 poäng för att förslaget ska anses vara tillräckligt bra för att gå vidare i utvärderingen.

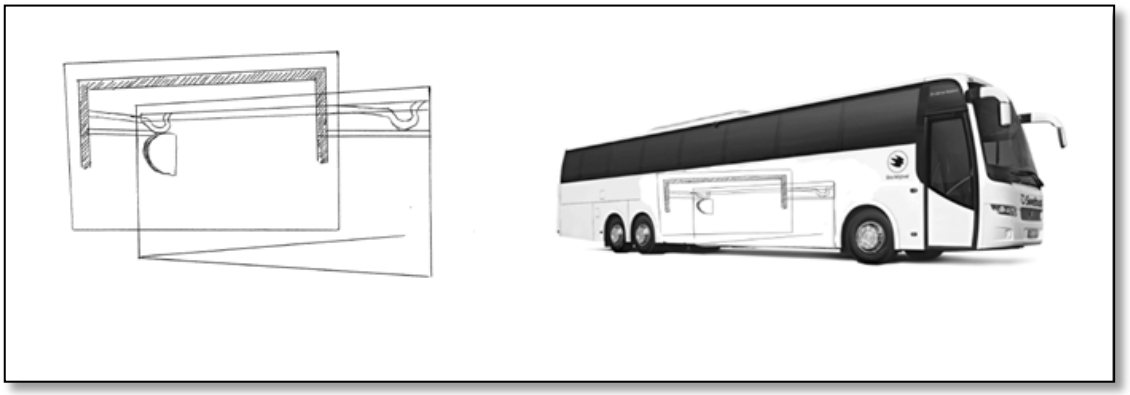
Krav	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3
K1 Luckan ska ta max 10 minuter att montera	1	3	3
K2 Luckan ska ha max 4 justeringsmöjligheter	2	2	3
K3 Luckan ska kunna monteras i stängt läge	0	2	3
K4 Luckan ska kunna justeras i stängt läge	1	3	3
Poäng (max 12):	**4**	**10**	**12**

Efter en utvärdering av skisser gentemot kravspecifikationen i en urvalsmatris kunde man vidare utvärdera de olika förslagen med en poängsumma och gruppen såg till för- och nackdelar samt brister hos dem. Det förslag som fick flest poäng var koncept 3 med full poäng i utvärderingsmatrisen.

Beskrivning av koncept 3

Koncept 3 består av tre olika komponentdelar. Skenorna är inspirerade från Kösseboemers köksluckor. I skenorna som leder ut från bussen valde gruppen att endast placera en ram. Ramen är den del av konstruktionen som utgör grunden i det framtagna konceptet. Ramen monteras fast i skenorna på kortsidorna och det

är detta som kommer göra att montering och justering kan ske i stängt läge. Detta kommer bidra till minskad monteringstid och arbetsbelastning för montören. Montören kan nu lätt justera ramen till rätt vinkel, för att sedan bara placera den anpassade dörren ovanpå och skruva fast den i rätt läge. Dörren är av samma typ som föregående bagageluckor varit på bussar, förutom att den i denna konstruktion monteras den fast efter att ramen monterats och justerats. Detta gör att man enkelt kan byta ut dörren vid eventuell skada. Något gruppen däremot måste se över för denna lösning är antalet justeringsmöjligheter och hur man i kan dra ner dessa till ett mindre antal än vad där finns idag.



Definition av fortsatt arbete

Man gick inte vidare med hela koncept 3, utan endast delar av det. De förslag som ÅF fick var att:

Alternativ 1	Alternativ 2
Endast utforma en ram och tillämpa den på dagens konstruktion (skenorna)	I kombination med alternativ 1, även se över justeringsmöjligheterna på skenorna och ändra om konstruktionen från två skruvmöjligheter till en. Gruppen skulle i så fall fått med ett av grundkraven som var att minska justeringsmöjligheterna.

Man frågade även ÅF om man vidare skulle se över justeringsmöjligheterna som är inne i bussen där skenorna är fastsatta.

Man förklarade att om man gick vidare med alternativ 1 så tar gruppen fram en ram med fästningsmöjligheter för skenorna och dörren. Om man gick vidare med alternativ 2 krävdes tillgång till mer information, beskrivningar och eventuellt

ritningar på dagens justeringsmöjligheter på skenorna och då även monteringen/justeringen inne i bussen

Slutsats

Man kom fram till att då det inte var allt för lång tid kvar på projektet och då konceptet inte specifikt riktar sig mot något märke vore det bäst att inte se över minimeringen av justeringsmöjligheter. I och med detta ville ÅF att projektgruppen nu endast fokuserade på ramen och hur den ska hängas upp.

Gruppen fick lite mer information och arbetade vidare med processen för att ta fram den konstruktion av ramen och dess tillhörande delar som passade konstruktionen bäst.

Bilaga 4 Kriterieuppställning

Krav - ram:
K1 Ramen och ska ta max 5 minuter att montera mot krokar
K2 Ramens storlek ska passa dörren (1000x1200x3 mm)
K3 Ramen ska kunna monteras i stängt läge
K4 Ramen ska kunna justeras i stängt läge
K5 Ramen ska vara lätt att applicera mot kroken
K6 Ramen får deformeras max 5 mm

Krav - krok:
K1 Fästanordningen ska ha max 8 krokar
K2 Kroken ska klara pålagd belastning (dörrens + ramens vikt 14 kg=140N)
K3 Kroken ska vara enkel att tillverka
K4 Kroken ska vara lätt att applicera mot ramen
K5 Kroken får deformeras max

Krav – dörr
K1 Dörren ska vara 1000x1200x3 mm
K2 Dörrens monteringstid mot ramen ska vara max 5 minuter
K3 Dörren ska bestå av Aluminium

Krav - fästanordning:
K1 Fästanordningen ska klara de krafter den utsätts för (N upp/N ner)
K2 Fästanordningen ska klara av att bära dörren (10 kg)
K3 Fästanordningen ska vara lätt att montera mot skenan
K3 Fästanordningens monteringstid mot skenan ska ta max 10 min

Ett övergripande krav som tagits med från start är att den totala monteringstiden ska vara max 10 minuter. Gruppen har satt ut 5 minuter för varje moment och anser att detta är med god marginal.

Vidare såg gruppen på huruvida man kunde konstruera fästanordningen mot ramen från skenorna och tog fram olika exempel på dessa.

Efter ÅFs råd om att dörren lätt kommer att kunna konstrueras med en klick-funktion mot ramen så valde man att jämföra den utformningen med en slide-funktion.

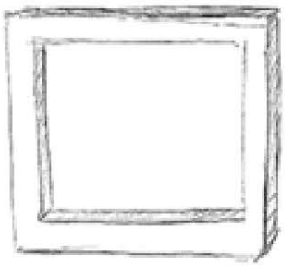
Något gruppen hela tiden har i åtanke under sitt framtagande och utvärderande är den ergonomiska faktorn för montören och hur man på enklast sätt för denne kan ta fram en bra konstruktion.

Bilaga 5 Skisser och utvärdering

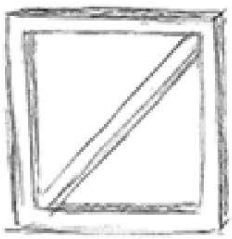
Gruppen tog nu fram olika designförslag för fästanordningen.

Gruppen designade ramen på flera olika sätt och hade i åtanke att ÅF helst såg en helt fyrkantig ram. Krokarna och dörren fick gruppen lov att utforma fritt.

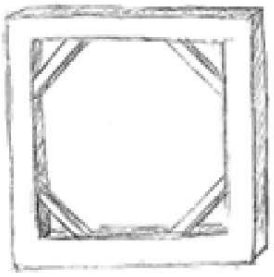
1.



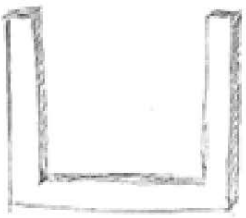
2.



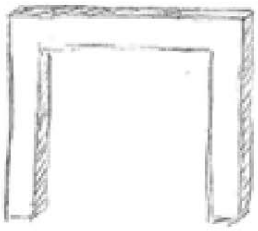
3.



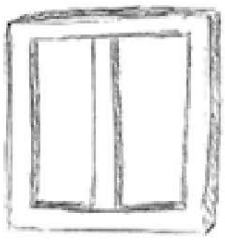
4.



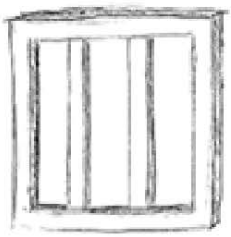
5.

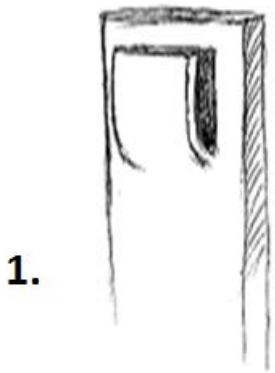


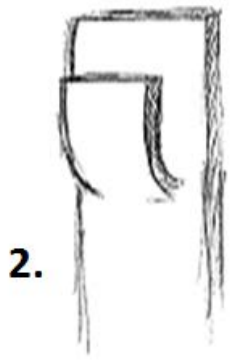
6.

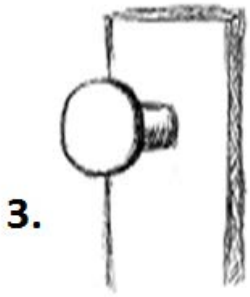


7.

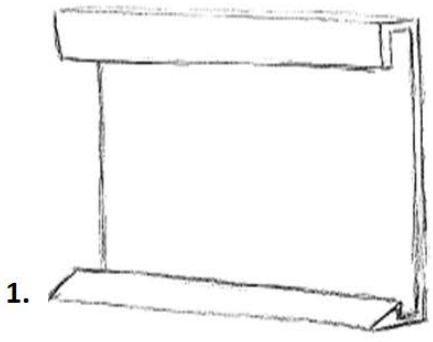


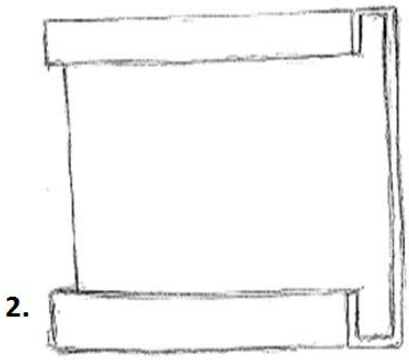

1.


2.


3.

4.


1.


2.

Utvärderingsmatris

Gruppen har satt en poänggräns på 20 poäng respektive 13 poäng och 9 poäng för att förslaget ska anses vara tillräckligt bra för att gå vidare i utvärderingen.

Ram

Krav - Ram	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
K1 Ramen och ska ta max 5 minuter att montera	3	3	3	3	3	3	3
K2 Ramens storlek ska passa dörren *(1000x1200x3 mm)*	3	3	3	3	3	3	3
K3 Ramen ska kunna monteras i stängt läge	3	3	3	3	3	3	3
K4 Ramen ska kunna justeras i stängt läge	3	3	3	3	3	3	3
K5 Ramen ska vara lätt att applicera mot kroken	3	3	3	3	3	3	3
K6 Ramen får deformeras max 5 mm	2	2	2	3	2	2	2
K7 Dörren ska lätt kunna appliceras mot ramen	3	3	3	1	1	3	3
Poäng (max 21):	**20**	**20**	**20**	**19**	**18**	**20**	**20**

Krok

Krav - Krok	**1**	**2**	**3**	**4**
K1 Fästanordningen ska ha max 8 krokar	3	3	3	3
K2 Kroken ska klara av pålagd belastning *(dörren + ramens vikt = 14 kg = 140 N)*	3	3	3	3
K3 Kroken ska vara enkel att tillverka	3	2	1	3
K4 Kroken ska vara att lätt applicera mot ramen	3	2	2	3
K5 Kroken får deformeras max 0.0002 mm	1	3	3	3
Poäng (max 15):	**13**	**13**	**12**	**15**

Dörr

Krav - Dörr	**1**	**2**
K1 Dörren ska vara 1000x1200x3 mm	3	3
K2 Dörrens monteringstid mot ramen ska vara max 5 minuter	3	2
K3 Dörren ska vara av aluminium	3	3
Poäng (max 9):	**9**	**8**

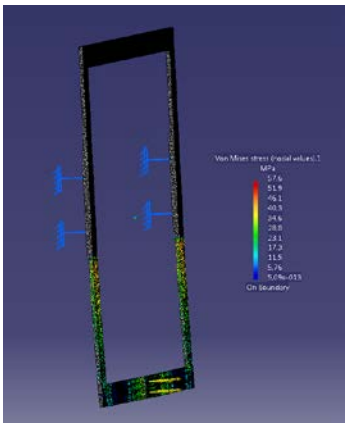
Bilaga 6 FEM-analyser

Ramar

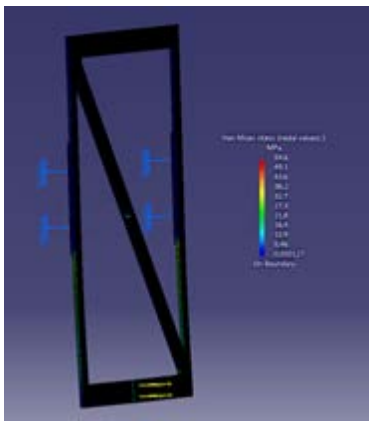
Kraft*	200 N	400 N	600 N	1000 N
1 Fyrkantig ram				
Max Spänningar (Mpa)	20,4	40,9	61,3	102
Max Deformation (mm)	4,08	8,16	12,2	20,4
2 Fyrkantig ram m diagonal				
Max Spänningar (Mpa)	20,3	40,6	60,9	101
Max Deformation (mm)	4,72	9,44	14,2	23,6
3 Fyrkantig ram m fyra hörn				
Max Spänningar (Mpa)	23,7	47,3	63,9	118
Max Deformation (mm)	3,78	7,55	11,3	18,9
4 U-formad				
Max Spänningar (Mpa)	13,4	26,7	40,1	66,9
Max Deformation (mm)	1,43	2,87	4,3	7,17
5 U-formad omvänd				
Max Spänningar (Mpa)	16,6	33,2	49,7	82,9
Max Deformation (mm)	3,2	6,4	9,6	16
6 Fyrkantig ram m. 1 stö				
Max Spänningar (Mpa)	18,4	36,7	55,1	91,8
Max Deformation (mm)	4,02	8,03	12	20,1
7 Fyrkantig ram m. 2 stöd				
Max Spänningar (Mpa)	16,9	33,8	50,7	84,4
Max Deformation (mm)	3,21	6,42	9,63	16,1

**Kraften representerar drag i handtaget*

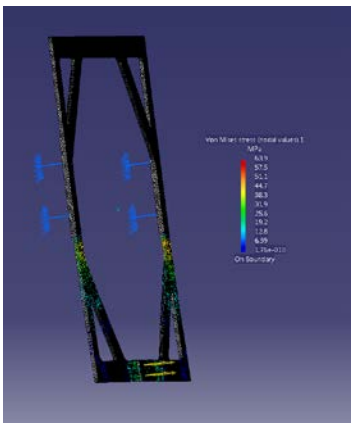
Ramar vid belastningen 400 N



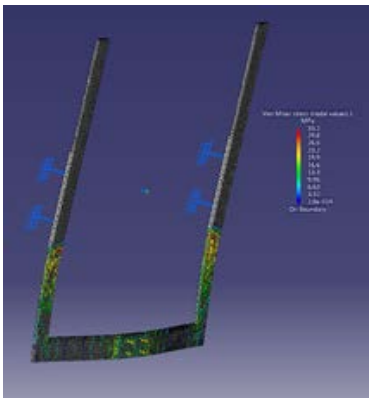
1. Fyrkantig ram



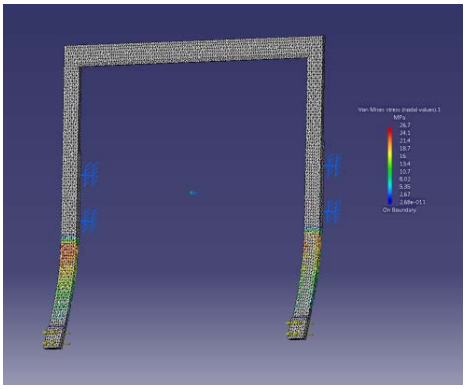
2. Fyrkantig ram m. diagonal



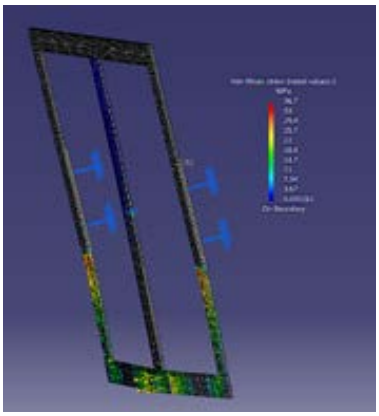
3. Fyrkantig ram m. fyra hörn



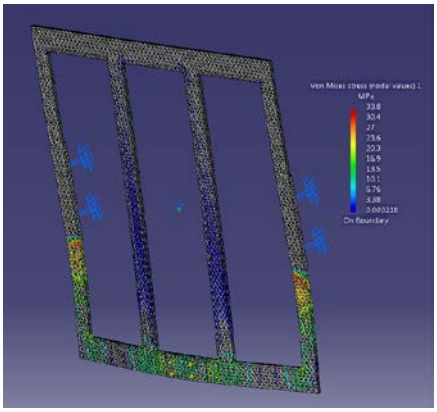
4. U-formad



5. U-formad omvänd



6. Fyrkantig ram med ett stöd



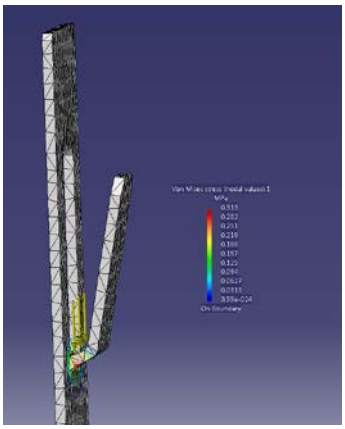
7. Fyrkantig ram med två stöd

Krokar

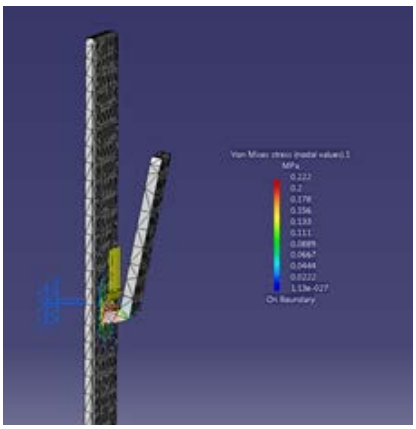
Kraft* (antal krokar)	35 N (4)	23,3 N (6)	17,5 N (8)
1 Utstansad krok			
Max Spänningar (Mpa)	0,471	0,313	0,235
Max Deformation (mm)	0,000438	0,000292	0,000219
2 Krok			
Max Spänningar (Mpa)	0,334	0,222	0,167
Max Deformation (mm)	0,000144	0,0000958	0,0000719
3 Knapp			
Max Spänningar (Mpa)	0,132	0,0879	0,066
Max Deformation (mm)	0,0000257	0,0000171	0,0000129
4 Elfa			
Max Spänningar (Mpa)	0,229MPa	0,153MPa	0,115Mpa
Max Deformation (mm)	0,0000234	0,0000156	0,0000117

** Kraften representerar totalt vikt av ram och dörr (14 kg) fördelat på 4, 6 och 8 krokar*

Krokar belastade med 23.3 N då 140 N är fördelat på 6 krokar



1. Krok utstansad

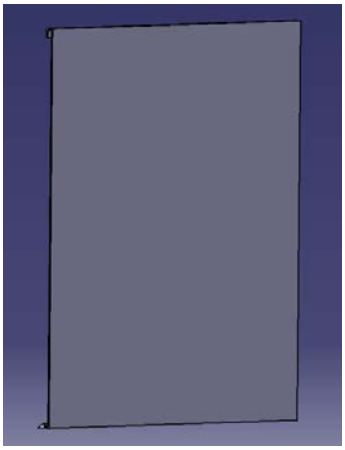


2. Krok

3. Knapp

4. Elfa krok

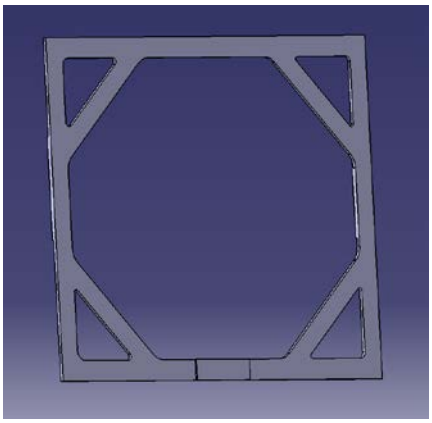
Bilaga 7 Val av detaljkomponenter



Dörr

Utvärderingen visar att klickdörren, förslag 1, får högst poäng. Valet faller på denna även ur ett ergonomiskt perspektiv då den är enkel att montera på ramen. Genom att hänga dörren på ramen och klicka in den under ramen blir det inte många tunga lyft för montören. ”Slide”-dörren kan innebära vissa problem i detta moment då den kan fastna och måste hållas rak för att kunna träs på ramen.

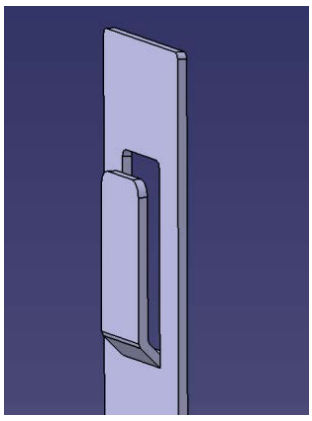
Ram



Från utvärderingen kunde gruppen se att de förslag som är utformade som ramar (1, 2, 3, 6, & 7) är de som fått flest poäng i matrisen. Även om förslag 4 är det enda förslag som i längden håller sig under 5 mm deformation vid belastning av krafter enligt FEM-analysen (se bilaga x) väljer gruppen istället ett av de förslag som är utformade som en komplett fyrkantig ram på grund av ÅF’s önskan om en stängd ram. En ytterligare anledning till valet av en fyrkantig ram är att dörren kommer bli väldigt mycket svårare att applicera mot de u-formade förslagen, samt företagets önskan om en fyrkantig ram.

Vidare valde gruppen att se förslag 1, 2, 3, 6 & 7 ur ett ergonomiskt perspektiv. Montören ska kunna komma in med armar och verktyg för att montera och justera ramen till rätt läge. Detta tror gruppen sker smidigast vid applicering av förslag 3.

Krok



Utifrån den utvärdering gruppen gjorde gällande krokarna fick krok 4 högst poäng. Trots detta är denna krok inte aktuell då dess utformning innebär att man endast kan ha en krok att hänga fast i ramen i. Krok 2, 3 och 4 hamnade under deformationsgränsen som gruppen satt till 0,0002 mm men eftersom deformationerna är så små kan de förbises. Valet av krok hamnar på förslag 1 som är en utstansad krok. Detta val grundar sig främst utifrån hållfasthetssyfte och den är enkel att tillverka samt att ramen är enkel att montera på kroken.

Bilaga 8 Val av tillverkningsmetod

Gruppen tillämpade val av tillverkningsmetod tidigt i projektet i åtanke för att minska risker för fel och optimera utformningen i produktens miljö. Man utvärderade därför alla förslag med åtanke på hur de lättast kan komma att tillverkas.

Man kom fram till att ramhållaren borde tillverks genom utstansning i rostfritt stål. Detta för att tillverkningsmetoden är relativt billig i jämförelse med andra tillverkningsmetoder så som laserskärning och vätskestålskärning. Vid framtagning av ramhållarens hål och krokar behöver man inte ha så noggranna toleranser och det är även av denna anledning man uteslutser laserskärning och vätskestålskärning då dessa metoder skär med väldigt stor noggrannhet. Det man däremot behöver ha i åtanke är att vid stansning behövs 5 mm passning på vardera sidan som ska utstansas.

När ramhållaren väl är utstansad kommer den att behöva bockas två gånger för att få slutgiltig form. Detta ger en begränsning i utförandet och skapar problem. För att bocka fram profilen behövs ett specialverktyg där profilen kan bockas två gånger. Det kommer alltså krävas ett specialverktyg med svanhals för att kunna utföra bockningen.

Ramen kommer att sättas samman av aluminiumprofiler som strängpressas fram. Profilerna svetsas samman till slutgiltig komponent.

Klick-dörren kommer tas fram genom att man först klipper ut en rektangulär plåt med dörrens mått, som sedan bockas till korrekt utformning.

Bilaga 9 FEM-analys – Materialval

Inför valet av material har gruppen under projektets gång tillämpat aluminium som varit ett kriterie från ÅF. Gruppen valde att använda aluminium vid framställning av ramen och dörren, men inför materialval av ramhållaren ville man se om det fanns något annat material som skulle kunna användas.

Vid möte med ÅF nämnde gruppen att man borde jämföra med ett styvare material på grund av komponentens position och funktion, och ÅF stämde in i beslutet.

Man kom fram till att rostfritt stål är ett bra alternativ, främst med tanke på materialets styvhet och på komponentens funktion i fästanordningen.

Material	Exempel	Sträckgräns (Mpa)	Densitet (Kg/m3)	E-modul (Gpa)
1 Aluminium	*pantburk*	200-600	2,7e^3	69
2 Rostfritt stål	*rördelar*	700-950	7,9 e^3	20

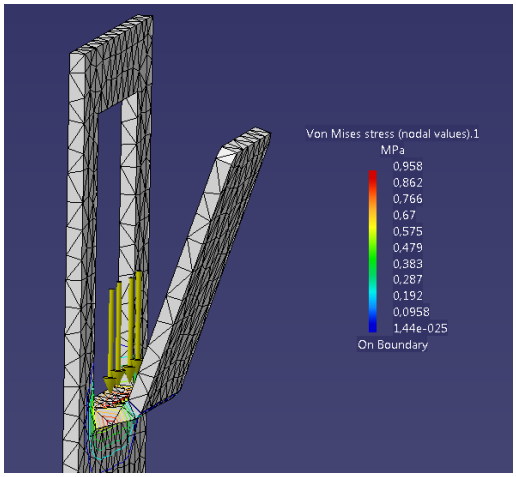
För att kunna ta reda på vilka krafter som kommer att påverka krokarna i ramhållaren har man tagit fram dörrens och ramens totala tyngd samt ungefärliga dragkrafter som den kommer utsättas för. Man kom fram till att krokarna utan pålagd belastning kommer utsättas för totalt 140 N, vilket är totala vikten på ramen och dörren tillsammans (14 kg). Utöver detta applicerades krafter på 200, 400, 600 N fördelat på krokarna i ramhållaren. Gruppen valde även att se över spänningar samt deformation vid 1000 N för att analysera eventuella extremfall.

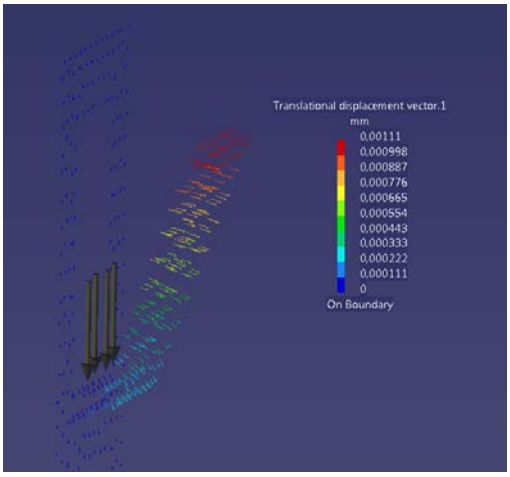
Belastning* på krokar (6)	57 N	90 N	123 N	190 N
1 Utstansad krok i aluminium				
Max Spänningar (Mpa)	0,853	1,35	1,84	2,84
Max Deformation (mm)	0,000646	0,00102	0,00139	0,00215
2 Utstansad krok i rostfritt stål				
Max Spänningar (Mpa)	0,62	0,995	1,34	2,07
Max Deformation (mm)	0,00027	0,000424	0,000582	0,000899

**belastningen representerar ramen och dörrens totala vikt plus en dragkraft neråt på 200, 400, 600 och extremfallet 1000 N fördelat på 6 krokar*

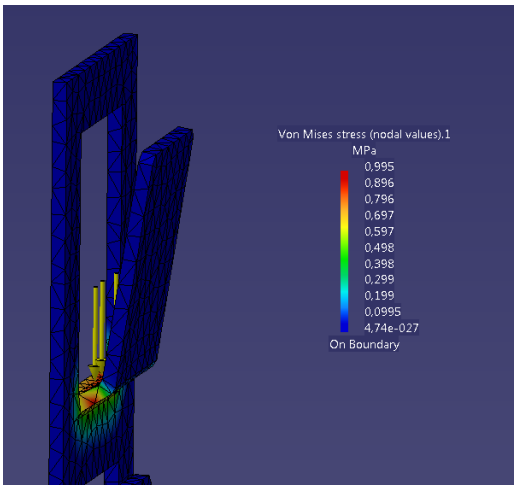
Gruppen applicerade både aluminium och rostfritt stål på ramhållaren för att jämföra vilket material som skulle passa bäst på komponenten. I FEM-analysen såg man hur komponenten påverkades av olika belastningar beroende på vilket material som applicerades. De spänningar och den deformation som uppstod vid pålagda krafter för de olika materialen framgår i tabellen ovan.

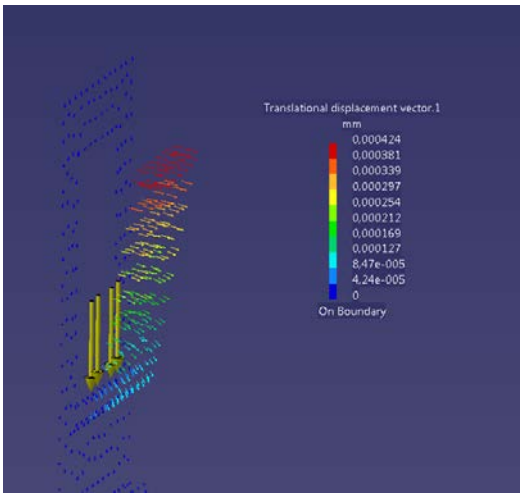
Belastning fördelat på 6 krokar





1. Krok utstansad i aluminium: 6 krokar (140 N + 400 N) / 6 = 90 N/krok





2. Krok utstansad i rostfritt stål: 6 krokar (140 N + 400N) / 6 = 90 N/krok

Krav	Aluminium	Rostfritt stål
Temperaturgräns	667 °C	1370 °C
Kilopris	13,9 – 15,4 kr/kg	36,3 – 40 kr/kg
Vikt per enhet	0,257 kg	0,746 kg
Klarar belastning	✓	✓
Enkel att tillverka	✓	✓
Max deformation vid 400 N	mm	mm

(Data från CES Edu Pack, 2014)

Från tabellen kan man utläsa att båda materialen klarar sig bra mot de krav som är uppsatta. Aluminium är däremot ett lättare material och bidrar till att den totala

vikten blir lägre. Vi finner även en prisskillnad då aluminium är billigare än rostfritt stål.

Materialval: Ramhållare

Efter att ha jämfört alla materialen kom gruppen fram till att rostfritt stål är det bäst lämpade materialet för komponenten.

Dimensioner

Volymen för en ramhållare är 1,007 e^{-4} m^3 så vid användning av rostfritt stål med densiteten 7,9e^3 kg/m^3 ger det vikten 0,792 kg per komponent.

Anteckningar

Gruppen har under projektets gång tagit fram en prototyp på ramhållaren, se bilaga 16.

Materialval: Ram

Utifrån ÅF's önskemål har man valt att tillverka ramen i aluminium.

Dimensioner

Volymen för ramen är 0,003 m^3 så vid användning av aluminium med densiteten 2,7 e^3 kg/m^3 ger det vikten 8,997 kg per komponent.

Anteckningar

Gruppen har under projektets gång tagit fram en prototyp på ramen, se bilaga 16.

Materialval: Dörr

Utifrån ÅF's önskemål har man valt att tillverka dörren i Aluminium.

Dimensioner

Volymen för dörren är 0,004 m^3 så vid användning av aluminium med densiteten 2,7 e^3 kg/m^3 ger det vikten 10,621 kg per komponent.

Anteckningar

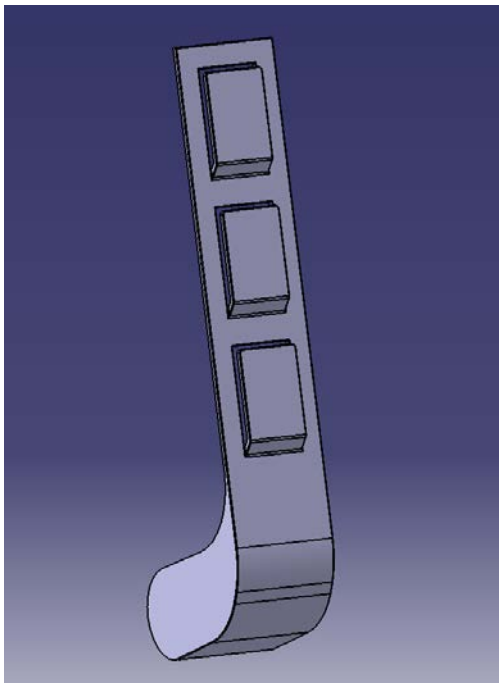
Gruppen har under projektets gång tagit fram en prototyp på ramhållaren, se bilaga 16.

Fästanordning

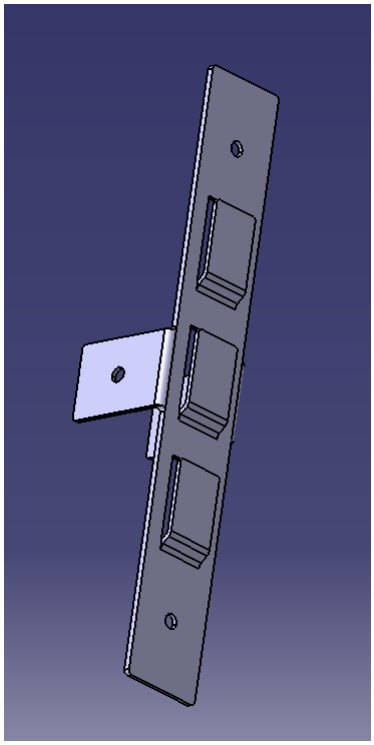
Med ovan nämnda siffror blir den slutliga vikten av fästanordningen 21,2 kg.

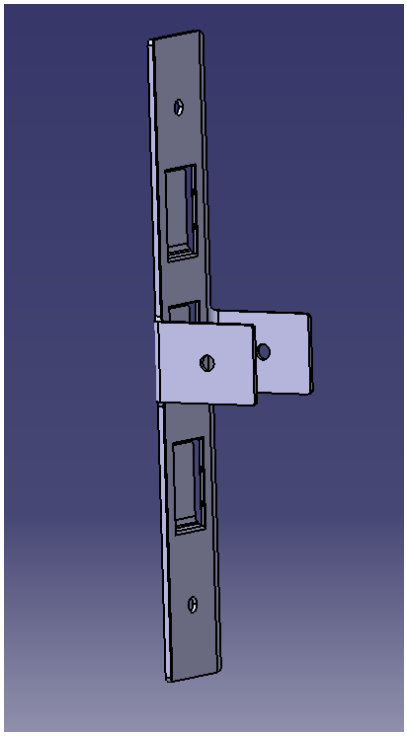
Bilaga 10 Primärkonstruktion – Justering

Ramhållare före och efter



Ramhållarens ursprungliga design





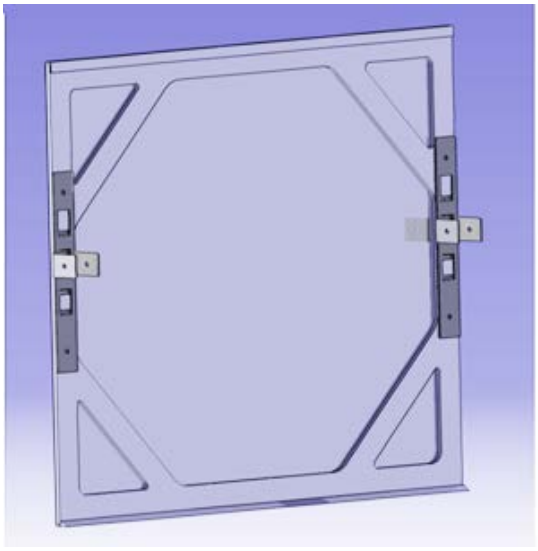
Ramhållarens nya design för bättre fästmöjlighet mot skenor.

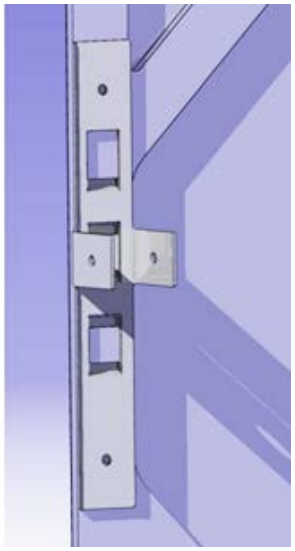
Mock-up

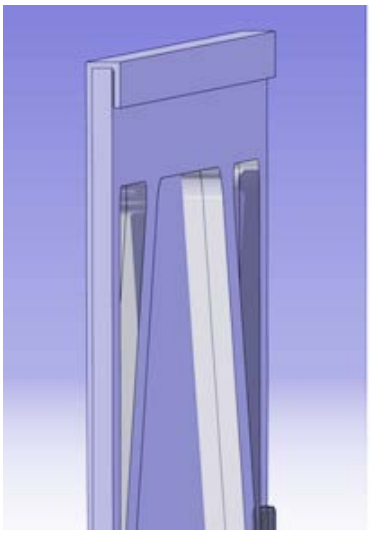
Bilaga 11 Beskrivning av fästanordningen

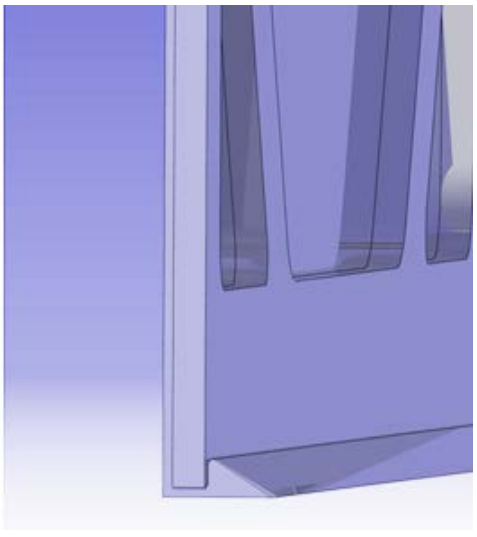
Fästanordningen består av totalt fyra komponentdelar: två ramhållare, ramen och en klick-dörr. Ramhållarna fästes i de redan befintliga skenorna på bussen med varsinn bult. Därefter placeras ramen på de krokar som är utstansade från ramhållarna i respektive hål på ramen. För att fästa ramen skruvas ramhållarna fast med skruvar i övre och nedre delen av komponenten. I och med att montören kan komma in med armar och verktyg genom ramen kan han/hon nu stänga ”luckan” och justera ramen i rätt läge mot bussöppningen för luckan. När ramen är i rätt läge öppnas luckan igen och dörren, som är bockad övertill, hängs på ramen för att sedan klicka fast den mot ramens nedre kant.

Denna process kommer bidra till minskad monteringstid och arbetsbelastning för montören. Detta koncept bidrar även till att man enkelt kan byta ut dörren vid eventuell skada.

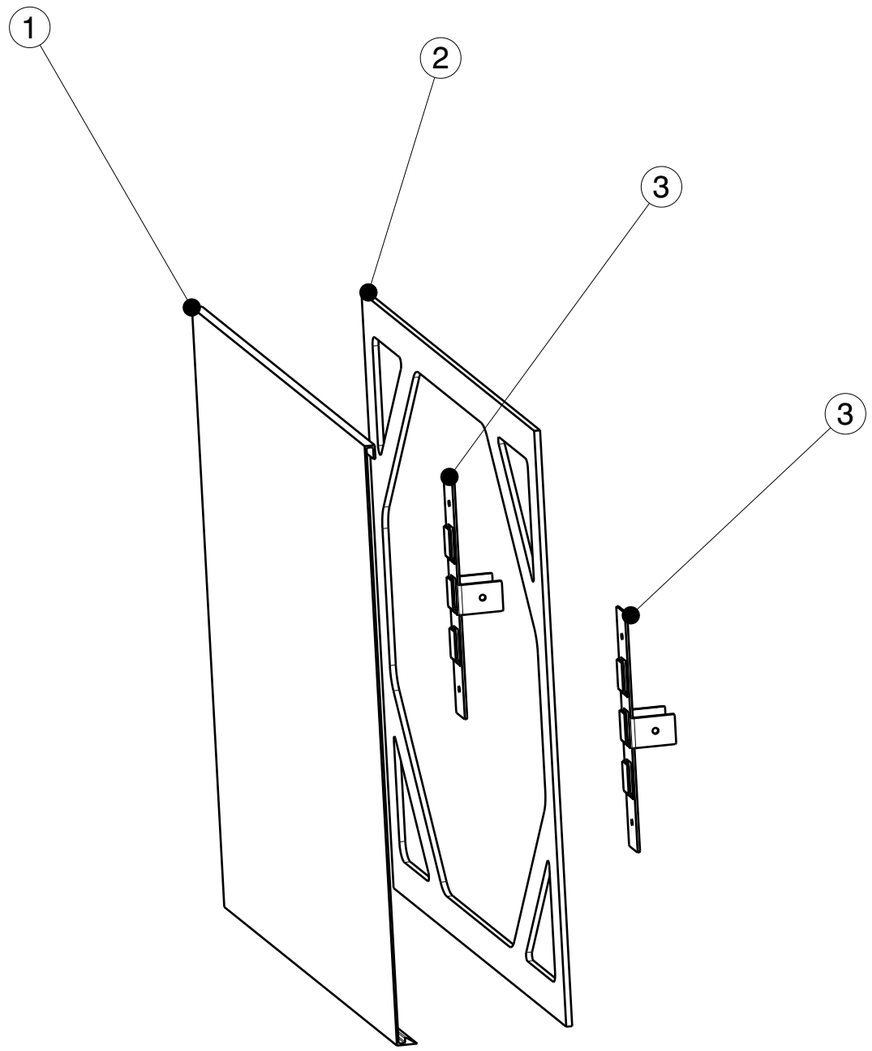




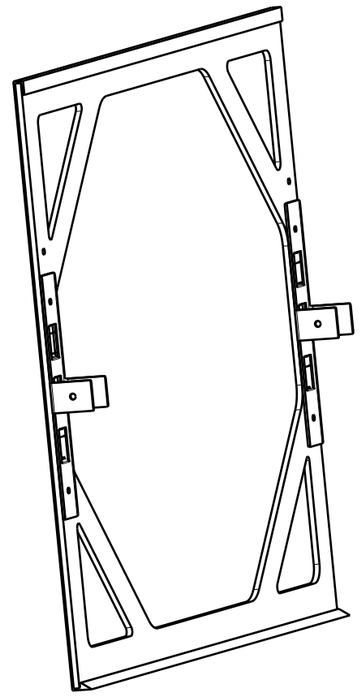




Bilaga 12 Ritningar



Isometric view
Scale: 1:10



Isometric view
Scale: 1:10

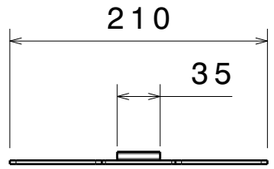
Bill of Material: Product1

Quantity	Part Number	Number
1	Klickdörr	1
1	Ram	2
2	Ramhållare	3

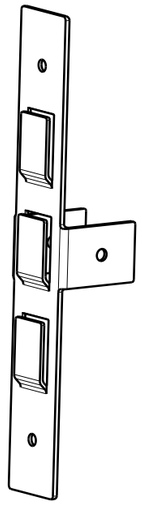
This drawing is our property.
It can't be reproduced
or communicated without
our written agreement.

DASSAULT SYSTEMES

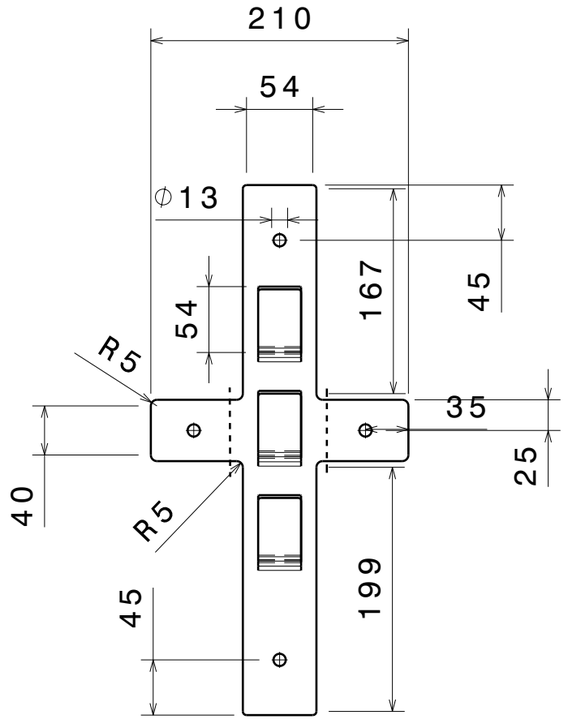
DRAWN BY: marmun12	DATE: 2015-05-08	DRAWING TITLE: Fästanordning	
CHECKED BY: XXX	DATE: XXX	SIZE: A3	DRAWING NUMBER: Product1 / REV: X
DESIGNED BY: XXX	DATE: XXX	SCALE: 1:1	WEIGHT(kg): 21,11 / SHEET: 1/1



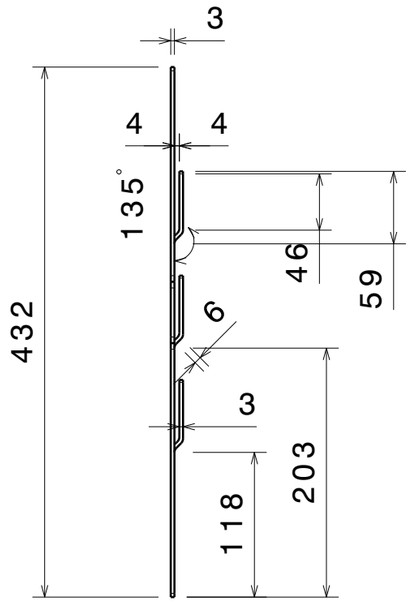
Bottom view
Scale: 1:5



Isometric view
Scale: 1:5



Front view
Scale: 1:5

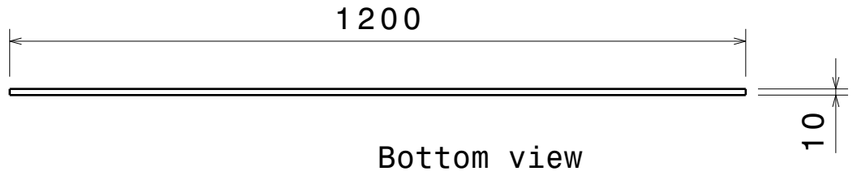


Left view
Scale: 1:5

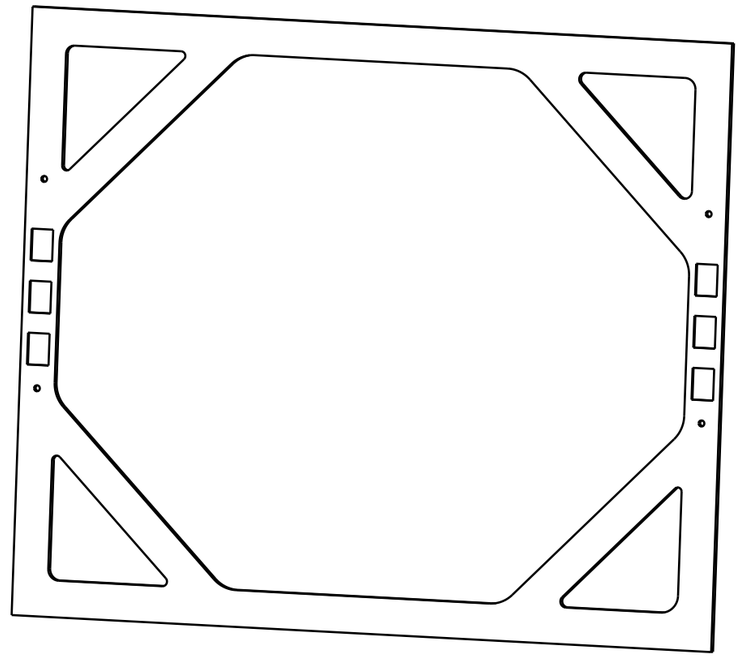
This drawing is our property.
It can't be reproduced
or communicated without
our written agreement.

DASSAULT SYSTEMES

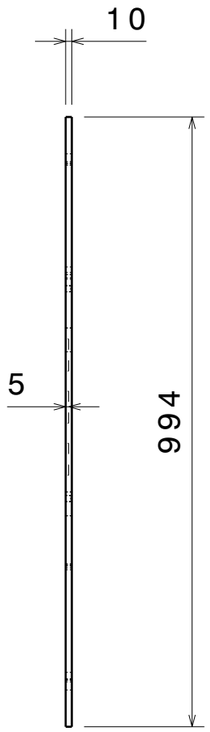
DRAWN BY: marmun12	DATE: 2015-05-08	DRAWING TITLE: Ramhållare		
CHECKED BY: XXX	DATE: XXX	SIZE: A3	DRAWING NUMBER: Part3	REV: X
DESIGNED BY: XXX	DATE: XXX	SCALE: 1:1	WEIGHT(kg): 0,79	SHEET: 1/1



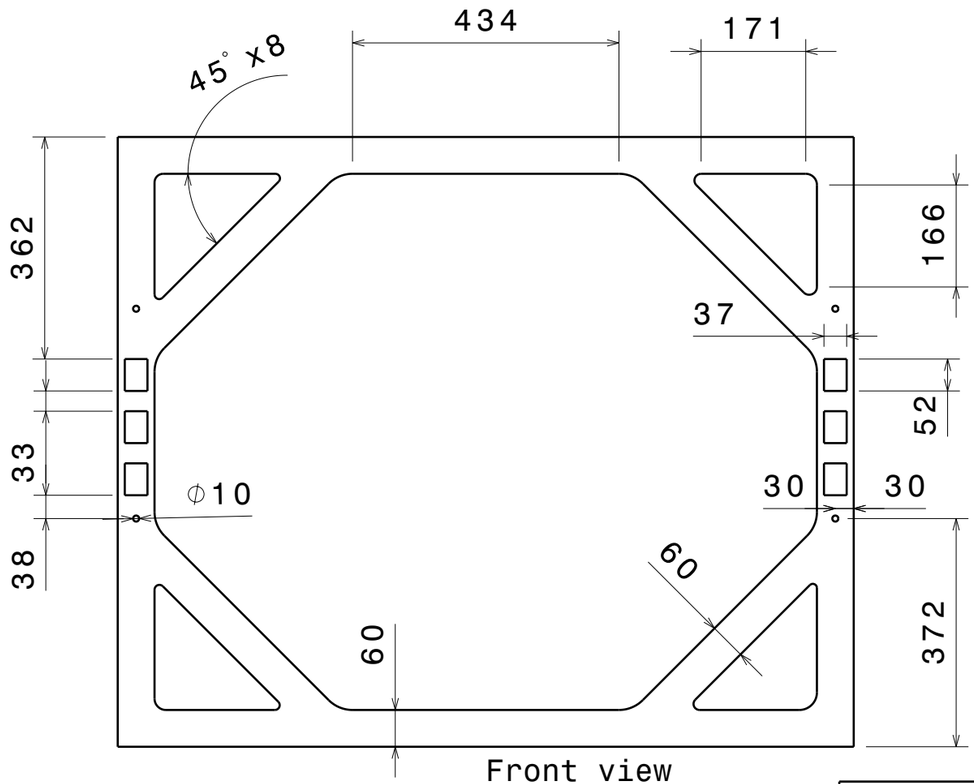
Bottom view
Scale: 1:10



Isometric view
Scale: 1:10



Right view
Scale: 1:10

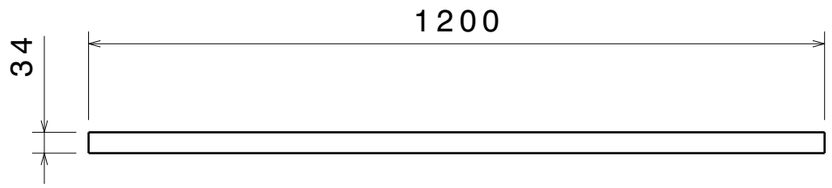


Front view
Scale: 1:10

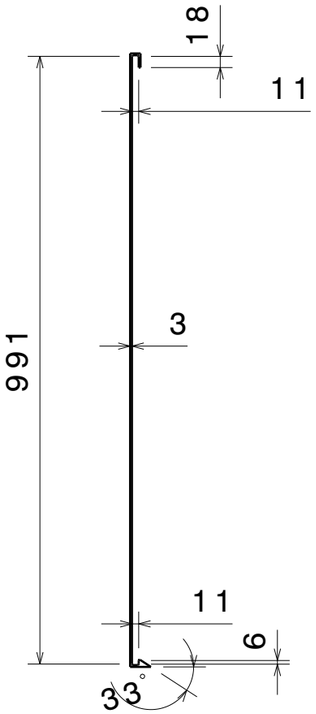
This drawing is our property.
It can't be reproduced
or communicated without
our written agreement.

DASSAULT SYSTEMES

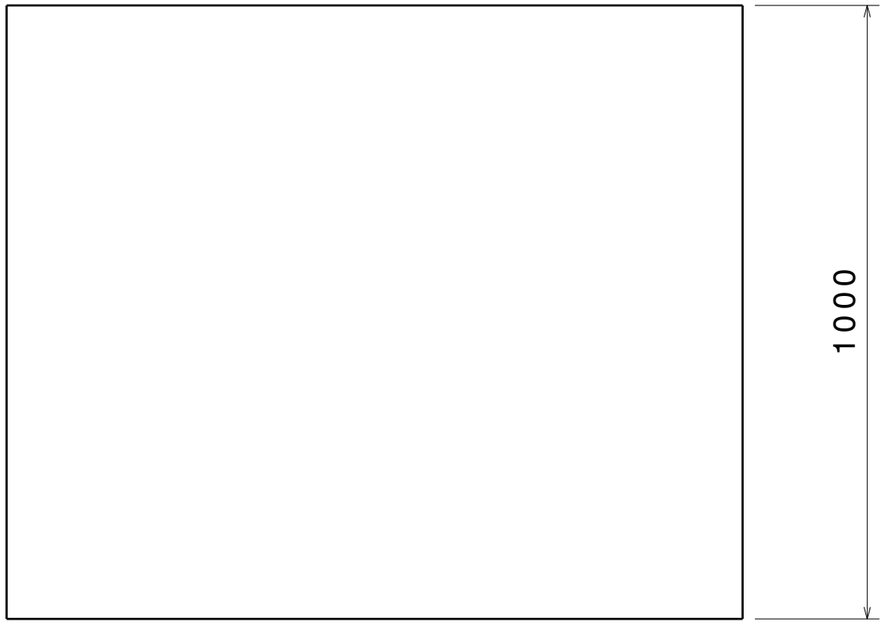
DRAWN BY: marmun12	DATE: 2015-05-08	DRAWING TITLE: Ram	
CHECKED BY: XXX	DATE: XXX	SIZE: A3	DRAWING NUMBER: Part1 / REV: X
DESIGNED BY: XXX	DATE: XXX	SCALE: 1:1	WEIGHT(kg): 9,00 / SHEET: 1/2



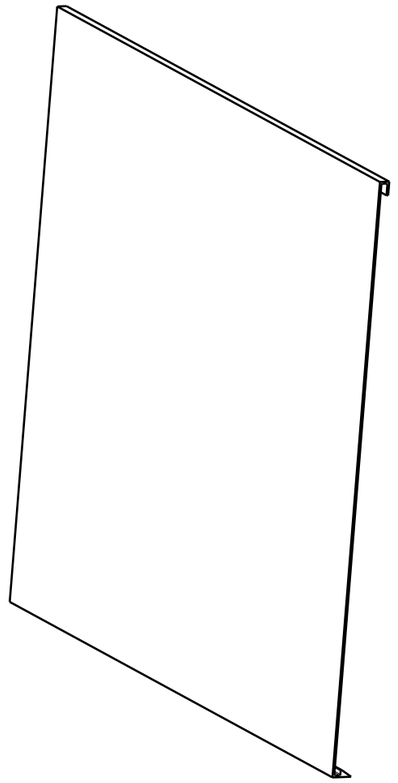
Bottom view
Scale: 1:10



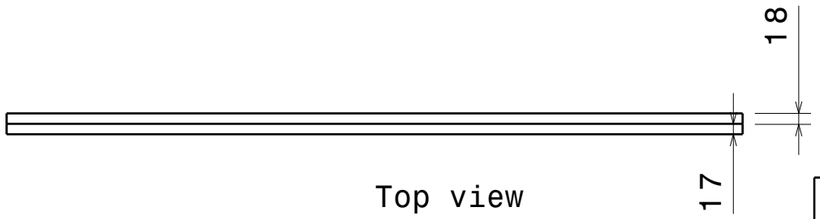
Right view
Scale: 1:10



Front view
Scale: 1:10



Isometric view
Scale: 1:10



Top view
Scale: 1:10

This drawing is our property.
It can't be reproduced
or communicated without
our written agreement.

DRAWN BY	DATE
marmun12	2015-05-08
CHECKED BY	DATE
XXX	XXX
DESIGNED BY	DATE
XXX	XXX

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

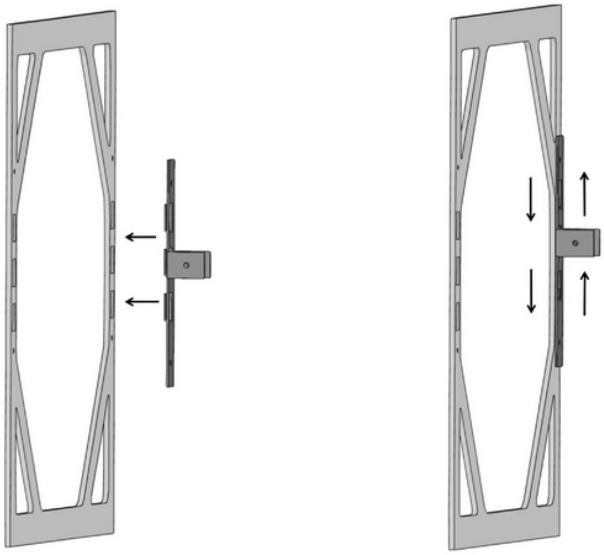
Klick-dörr

SIZE	DRAWING NUMBER	REV
A3	4	X

SCALE	WEIGHT(kg)		SHEET
1:1	10,62		1/1

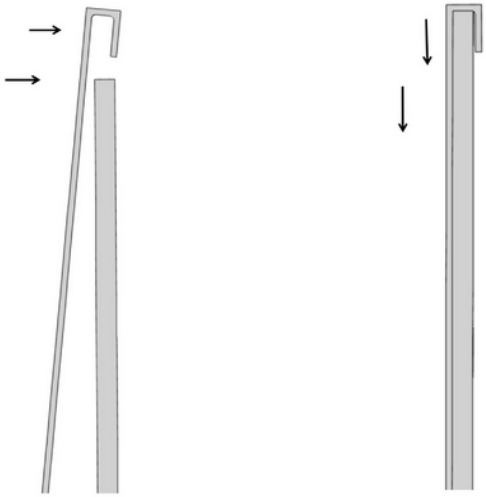
Bilaga 13 Monteringsflöde

1. Montören fäster först ramhållarna på de befintliga skenor som finns i bussen.
2. Efter det placeras ramen mot ramhållarna i respektive krok och skruvas fast.

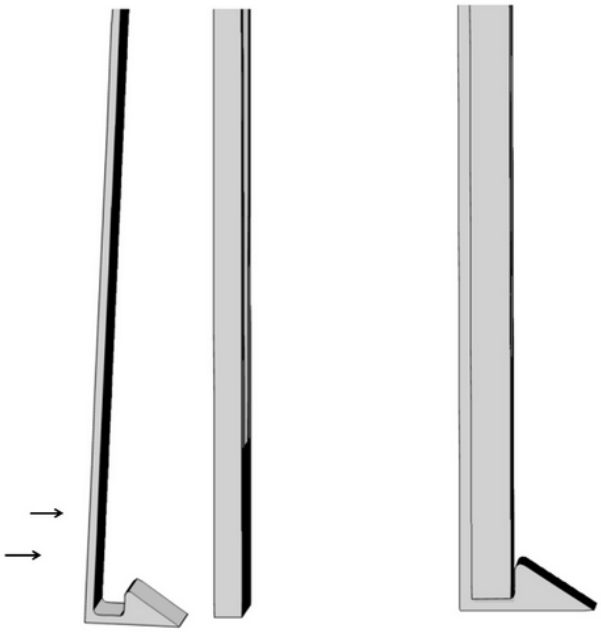


3. Nu kan montören stänga dörren och justera den till rätt position.
4. När justeringen är klar öppnas luckan och dörren klickas på

   4a. i överkant i bockningen



4b. i nederkant med klickfunktionen.



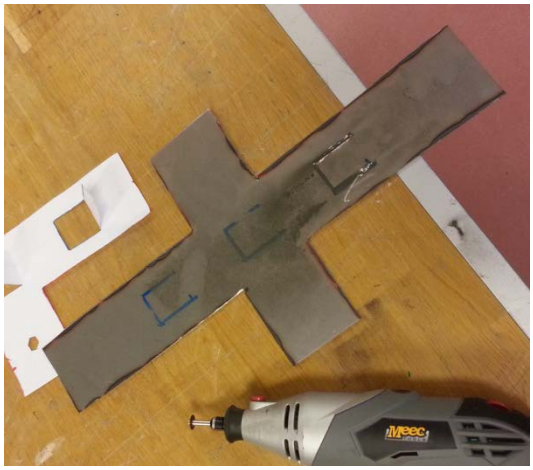
Bilaga 14 FMEA

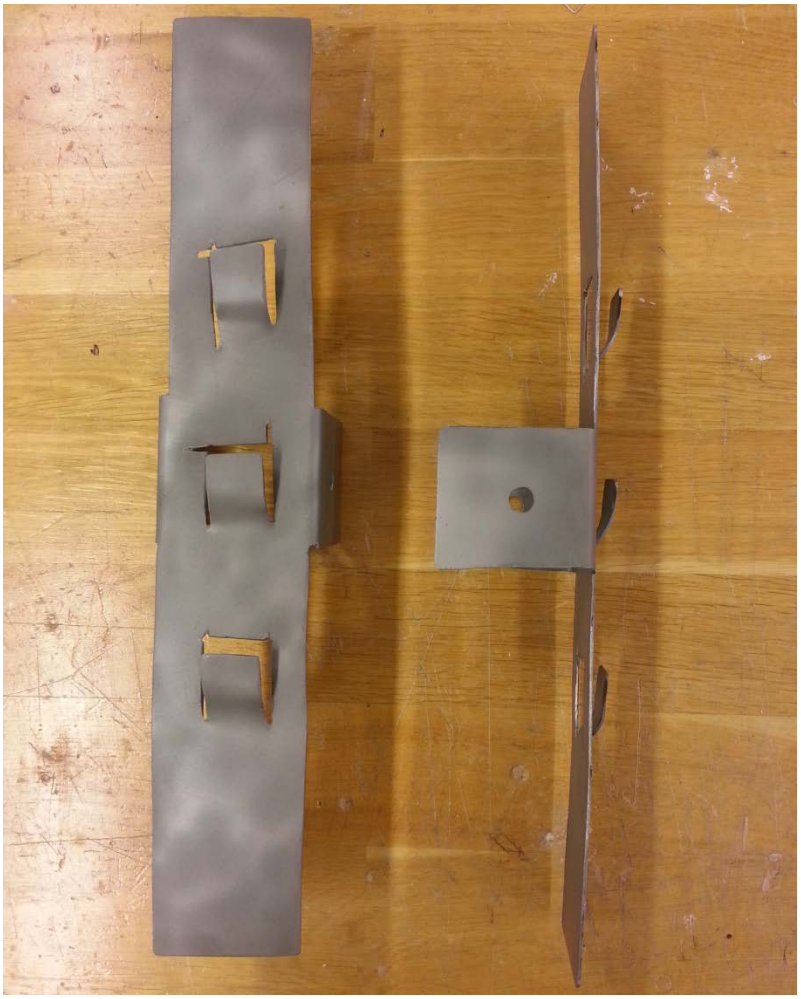
Main system / Sub-system	Part/Operation name.	Drawing-Part No.	Machine No.	Functional Specification-Technical Regulation (link if possible)	Supplier	
			-		ÅF	
Main Function / Operation	Date Performed	Date Time Updated	Status - Hardware/Digital modell	Issued by	Project	Issue
Bagagelucka till turistbussar	2015-05-04	2015-05-05 09:09	Färdig Produkt	Susanna Svedbergh & Maria Munch	Konstruktionsprojekt	1

PART		CHARACTERISTICS OF FAILURE				1st RATING				ACTION-STATUS				2nd RATING					12	RPN High	RPN Medium 3	RPN Low 9
No	Function / Part / Operation	Failure mode	Causes of failure	Undesirable customer effects Effects of failure on syst. / part / operation	Testing - Simulation	Po	S	Pd	RPN	Recommended action	Planned action	Responsible	Follow up date	Po	S	Pd	RPN	Verifications-Sign	Status			
1	Ramhållare	Krok bryts	Tillverkning/Materialfel	Går ej att montera/Använda	-	4	7	2	56	Se över material / tillverkning	Kontakta tillverkare	Tllverkaren	-	3	5	2	30	SS/MM	G			1
2	Ramhållare	Sned	Tillverkningsfel	Går ej att montera	-	4	3	3	36	Se över tillverkning	Kontakta tillverkare	Tillverkaren	-	3	3	3	27	SS/MM	G			1
3	Ramhållare	Passningsfel - krokar	Tillverkningsfel	Går ej att montera	-	5	5	2	50	Se över tillverkning	Kontakta tillverkare	Tillverkaren	-	3	4	2	24	SS/MM	G			1
4	Ramhållare	Passningsfel - skruvhål	TIllverkningsfel	Går ej att montera	-	5	5	2	50	Se över tillverkning	Kontakta tillverkare	Tillverkaren	-	3	4	2	24	SS/MM	G			1
5	Ramhållare	Bryts	Tillverkning/Materialfel	Går ej att montera /Använda	-	4	5	2	40	Se över material / tillverkning	Kontakta tillverkare	Tillverkaren	-	3	4	2	24	SS/MM	G			1
6	Ram	Sned	Tillverkningsfel	Går ej att montera	-	5	5	3	75	Se över tillverking	Kontakta tillverkare	Tillverkaren	-	3	4	2	24	SS/MM	G			1
7	Ram	Passningsfel - mot krokar	Tillverkningsfel	Går ej att montera	-	5	6	2	60	Se över tillverkning	Kontakta tillverkare	Tillverkaren	-	3	4	2	24	SS/MM	G			1
8	Ram	Passningsfel - skruvhål	Tillverkningsfel	Går ej att montera	-	5	6	2	60	Se över tillverkning	Kontakta tillverkare	Tillverkaren	-	3	4	2	24	SS/MM	G			1

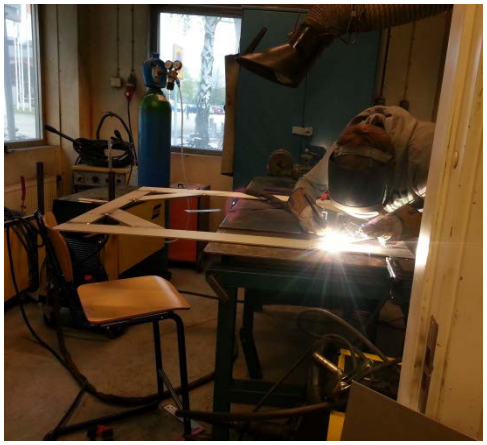
9	Dörr	Passningsfel - mot ram	Tillverkningsfel	Går ej att montera	-	5	6	2	60	Se över tillverkning	Kontakta tillverkare	Tillverkaren	-	3	4	2	24	SS/MM	G		1
10	Dörr	Klickfunktion går sönder	Tillverkning /Materialfel	Går ej att montera /Använda	-	4	7	6	168	Se över material /tillverkning	Kontakta tillverkare	Tillverkaren	-	3	5	4	60	SS/MM	G	1	
11	Montering	Att man klämmer sig - ramhållare	Oförsiktighet	Skada på montör	-	7	7	3	147	Läs manual	Förtydliga manual	Montören	-	4	5	2	40	SS/MM	G	1	
12	Montering	Att man klämmer sig - dörr	Oförsiktighet	Skada på montör	-	7	7	3	147	Läs manual	Förtydliga manual	Montören	-	4	5	2	40	SS/MM	G	1	

Bilaga 15 Prototyp





Bilaga 15 *Prototyp*



Bilaga 15 *Prototyp*

Susanna Svedbergh
0735 - 00 40 09
susanna.svedbergh@hotmail.com

Maria Munch
0704 - 41 76 66
mariamunch@outlook.com

HÖGSKOLAN
I HALMSTAD

Besöksadress: Kristian IV:s väg 3
Postadress: Box 823, 301 18 Halmstad
Telefon: 035-16 71 00
E-mail: registrator@hh.se
www.hh.se