



CHALMERS

En förstudie inför framtagningen av en formsprutad baklucka

A concept study to an injection molded tailgate

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik

Arman Fazlagić

Fredrik Gustafsson

INSTITUTIONEN FÖR Industri- och Materialvetenskap

En förstudie inför framtagningen av en formsprutad baklucka

A concept study to an injection molded tailgate

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik

Arman Fazlagic
Fredrik Gustafsson

Institutionen för Industri- och Materialvetenskap
Avdelningen för Produktutveckling
Göteborg, Sverige, 2020
Examinator: Dag Henrik Bergsjö

EXAMENSARBETE 2020

En förstudie inför framtagningen av en formsprutad baklucka

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik

ARMAN FAZLAGIC

FREDRIK GUSTAFSSON

Institutionen för Industri- och materialvetenskap
Avdelning för Produktutveckling
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sweden, 2020

En förstudie inför framtagningen av en formsprutad baklucka
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik
ARMAN FAZLAGIC
FREDRIK GUSTAFSSON

© Arman Fazlagic, Fredrik Gustafsson, Sverige 2020

Handledare: Dag Henrik Bergsjö, Institutionen för Industri- och materialvetenskap
Handledare: Anders Bergman, Stefan Tesanovic, Plastal
Examinator: Dag Henrik Bergsjö, Institutionen för Industri- och materialvetenskap

Examensarbete 2020
Institutionen för Industri- och materialvetenskap
Avdelning för Produktutveckling
Chalmers Tekniska Högskola
SE 412 96 Göteborg
Sverige

Institutionen för Industri- och materialvetenskap
Göteborg, Sverige 2020

Förord

Denna rapport är resultatet av ett examensarbete genomfört vid Chalmers Tekniska Högskola vårterminen 2020. Examensarbetet genomfördes på Chalmers Institution för Industri- och Materialvetenskap i samarbete med Plastal i Mölndal. Arbetet motsvarar 15 hp och är ett avslutande moment på högskoleingenjörsutbildningen Maskinteknik.

Ett stort tack till Anders Bergman och Stefan Tesanovic på Plastal för handledning samt att dem försett oss med nödvändig utrustning och kunskap för att kunna genomföra arbetet.

Vi vill även tacka arbetets handledare från Chalmers, Dag Henrik Bergsjö, för vägledning under arbetets gång.

Slutligen vill vi även tacka resten av advanced engineering-teamet för ett väl omhändertagande, samt hjälpsamheten och inputen vid frågor under arbetets gång.

Göteborg, 2020

Arman Fazlagic

Fredrik Gustafsson

Sammanfattning

Denna rapport beskriver ett examensarbete utfört i samarbete med Plastal vid Chalmers Tekniska Högskola våren 2020. Plastal är ett företag som formsprutar och distribuerar plastkomponenter som bland annat stötfångare och sidopaneler inom fordonsindustrin. Syftet med arbetet är att på uppdrag av Plastal se över möjligheterna för att de ska kunna börja producera formsprutade bakluckor. På så sätt skulle Plastal kunna utvidga sin verksamhet och konkurrera med nuvarande tillverkare av bakluckor.

För att examensarbetarna skulle ha tillräckliga förkunskaper inom formsprutning åkte man på studiebesök i en av Plastals fabriker, samt fick chansen att gå en formsprutningskurs på Plastals huvudkontor.

En stor del av arbetet innefattar kartläggning av den befintliga marknaden av bakluckor i plast. Detta genom en ingående research på vilka bilmodeller som redan har bakluckor i plast och vilka som tillverkar dem.

Man köpte även in tre plastbakluckor från olika bilmodeller för att bryta ner dem till komponentnivå, för att se hur man tidigare tillverkat liknande bakluckor.

Efter en genomgående granskning av befintliga bakluckor tillsammans med idégenereringar och workshops med Plastal, kunde man ta fram och presentera två konceptförslag. Det ena har en mer konventionell och beprövad konstruktion, medans det andra är mer nytänkande och inte lika implementerat på marknaden idag.

Förstudien och konceptförslagen är tänkt att ligga som grund och rekommendation till ytterligare ett examensarbete, där man då kommer fokusera på konstruktion och design av en formsprutad baklucka.

Summary

This rapport describes a bachelor thesis that's made possible in cooperation with Plastal and Chalmers University of Technology in the spring of 2020. Plastal is a company that injection molds and distributes plastic components such as bumpers and side panels for the automotive industry. The purpose of this work is to see if it's possible for Plastal to make injection molded tailgates. In that case Plastal could expand their business and compete with companies that are already on the market and making injection molded tailgates. For the thesis workers to receive sufficient knowledge about injection molding they had a field trip to one of Plastals factories and got the chance to have a injection molding course at Plastals main offices.

A big part of this thesis is mapping out the existing market of tailgates in plastic. This is done by researching the market to see which car models already have plastic tailgates and whom is making them.

Three tailgates were brought in from different car models to break to component level, to reverse engineer and see how they were made.

After a thorough examination of exsisting tailgates together with brainstorming and workshops with Plastal it was possible to present two concept proposals. One of them has a more conventional and proven construction, while the other one has a more nuance and not as implemented on the market today.

The pilot study and concept proposal is meant to be the foundation and act as a recommendation for a secondary bachelor/master thesis, where the focus point will be the construction and design of the injection moulded tailgate

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Uppdrag och problembeskrivning	1
1.3 Syfte	2
1.4 Mål och frågeställningar	2
1.5 Avgränsningar	2
2. TEORETISK REFERENSRAM	3
2.1 Tillverkningsmetoder	3
2.1.1 Formpressning	3
2.1.2 Formsprutning	3
2.2 Plast	4
2.2.1 Termoplast och Hårdplast	4
2.2.2 Polypropen (PP)	4
2.2.3 Polykarbonat (PC)	4
2.3 Sammanfogningstekniker	5
2.3.1 Snäppförband	5
2.3.2 Ultraljudssvetsning	5
2.3.3 Nitning	5
2.3.4 Limning & Tejpning	6
3. METOD	7
3.1 Förberedande undersökning	7
3.1.1 Marknadsundersökning	7
3.1.2 Litteraturstudie	7
3.1.3 Studiebesök i Plastals fabrik	7
3.1.4 Formsprutningskurs	8
3.1.5 Möte med Borealis	8
3.1.6 Benchmarking	8
3.2 Konceptgenerering	9
3.2.1 Förutsättningar	9
3.2.2 Brainstorming	10
3.2.3 Lösningstabell	10
3.2.4 Workshop	10

3.2.5 Möte med lim-expert	11
3.2.6 Visualisering	11
4. RESULTAT	12
4.1 Förberedande Undersökning	12
4.1.1 Marknadsundersökning	12
4.1.1.1 Signifikanta företag kopplade till bakluckor i plast	12
4.1.1.2 Befintliga bilar på marknaden med bakluckor i plast	14
4.1.1.3 Ytliga iakttagelser på bakluckorna upptäckta vid besöken hos återförsäljarna	16
4.1.2 Benchmarking	19
4.1.2.1 Volvo V90	19
4.1.2.1.1 Demontering	19
4.1.2.1.2 Analys av delsystem	20
4.1.2.2 Jeep Cherokee	23
4.1.2.2.1 Demontering	23
4.1.2.2.2 Analys av Delsystem	23
4.1.2.3 BMW i3	27
4.1.2.3.1 Demontering	27
4.1.2.3.2 Analys av Delsystem	28
4.2 Konceptgenerering	30
4.2.1 Förutsättningar	30
4.2.2 Brainstorming och konceptutveckling	32
4.2.3 Lösningstabell	35
4.3 Konceptförslag	36
4.3.1 Tredelat koncept	36
4.3.2 Tvådelat koncept	38
5. DISKUSSION	39
6. SLUTSATS	41
7. REKOMMENDATION	42
REFERENSER	
BILAGOR	
Bilaga 1 Bilder BMW i3 luckan	
Bilaga 2 Jeep Cherokee	
Bilaga 3 Bilder Jeep Grand Cherokee	

Bilaga 4 Bilder Volvo v90

1. INLEDNING

Denna del har som syfte att informera om det läsaren behöver veta för att få en förståelse över examensarbetet. Det inkluderar bakgrunden och syftet till att Plastal efterfrågar uppdraget, samt målen som förväntas uppnås. Slutligen tas de avgränsningar som projektet inte kommer behandla upp.

1.1 Bakgrund

Plastal är ett företag som designar, konstruerar och tillverkar olika komponenter i termoplast mot företag inom fordonsindustrin. Deras främsta tillverkningsteknik är formsprutning, de erbjuder en helhetstjänst som inkluderar lackering, montering och logistiklösningar för dessa komponenter. Exempel på komponenter de tillverkar är stötfångare, takspoilers och sidopaneler.

Dagens bakluckor tillverkas genom att formpressa plåt eller i vissa fall olika typer av kompositer. Detta innebär att en baklucka består av många delar, med många produktionsmoment, samt har ofta en hög vikt.

Hade Plastal kunnat tillverka en formsprutad baklucka i termoplast som upprätthåller samma krav som de befintliga bakluckorna på marknaden idag, hade de kunnat vara med och konkurrera och på så sätt utvidga sin verksamhet.

Volvo, som Plastal levererar mycket komponenter till, har redan bakluckor i formpressad plast till sina modeller V90 och XC60. Om Plastal hade börjat tillverka formsprutade bakluckor hade Volvo kunnat vara en stor potentiell kund. Därför var bakluckan från V90 redan innan projektets start satt som en referenspunkt.

1.2 Uppdrag och problembeskrivning

Uppdraget grundar sig i att Plastal vill se över möjligheterna att utvidga sin marknad genom tillverkning och försäljning av formsprutade bakluckor. Ett par aktörer på marknaden har redan lanserat formsprutade bakluckor. Plastal vill därför se en jämförelse mellan dessa bakluckor i plast med de traditionellt tillverkade i plåt, för att se vilka fördelar och vinningar man kan uppnå. De vill även ha en utvärdering av de koncept som finns idag, och rekommendationer på vad de själva hade kunnat göra med tillgångarna de har idag. För att sedan ta fram en design, utveckla och konstruera en baklucka lämplig att tillverka i deras faciliteter.

Detta delar Plastal upp i två examensarbeten, det första där en förstudie med syftet att undersöka om det går att formspruta en baklucka i termoplast med de maskinerna som Plastal använder sig av i sin produktion. Förstudien kommer att vara i form av en rapport där bland annat för- och nackdelar för konceptet kommer listas samt en rekommendation på hur bakluckan skulle kunna designas och tillverkas.

Med förstudien som grund kommer del två av examensarbetet att fortsättas på av ett annat par studenter. Del två kommer fokusera på design, konstruktion och utveckling av bakluckan. Målet efter att de båda delarna är färdiga är att Plastal ska ha ett nytt koncept färdigt i CAD-format som de sedan skulle kunna ta i produktion. Den här rapporten kommer avhandla den första delen av uppdraget, förstudien.

1.3 Syfte

Syftet med förstudien är att undersöka lösningarna som finns på marknaden idag, och ta fram ett konceptförslag som en alternativ lösning på den traditionella bakluckan i plåt. Förstudien lyfter för- och nackdelarna med den formsprutade bakluckan samt ger del två av examensarbetet en rekommendation på tillvägagångssätt samt beskriver begränsningarna man har att förhålla sig till i Plastals maskinpark.

1.4 Mål och frågeställningar

För att komplettera syftet listas nedan ett antal frågeställningar. När dem besvarats ska det tillsammans med ett konceptförslag ge en bra grund för det kommande examensarbetet att stå på inför design, konstruktion och utveckling av en formsprutad baklucka.

- Är det möjligt att formspruta en baklucka med Plastals tillgångar?
- Vilken typ av termoplast är mest passande för bakluckan?
- Hur ska strukturen i bakluckan se ut för att hålla en tillräcklig styvhet?
- Vad är för- och nackdelarna med att formspruta bakluckan?

1.5 Avgränsningar

På grund av att examensarbetet går på halvfart kommer examensarbetarna inte vara på kontoret och ha möjlighet till handledning mer än två dagar i veckan.

Arbetet kommer inte omfatta något fokus på den exteriöra designen av bakluckan. Inte heller något fokus på konstruktionen av gångjärn, lås eller dämpare, då dessa tillverkas av en annan leverantör.

Konceptförslaget som kommer tas fram är inte tänkt att vara en fullt detaljerad baklucka i CAD-format, utan är mer tänkt att användas som ett kommunikationsverktyg för att visa hur den formsprutade strukturen hade kunnat se ut.

Arbetet kommer inte omfatta en grundlig verifiering, utan mer ett förslag på tillvägagångssätt för att verifiera det slutgiltiga konceptet.

2. TEORETISK REFERENSRAM

I det här kapitlet lyfts teorin som varit nödvändig för examensarbetarna att känna till för att utföra projektet. Det ger också den intresserade läsaren mer förståelse för ämnet och bidrar till en förbättrad helhetsbild av projektet.

2.1 Tillverkningsmetoder

Det är främst två typer av tillverkningsmetoder som används vid tillverkning av olika bildelar av plast. Formsprutning vilket är det som ska användas till detta projektet och formpressning. Här kommer det tas upp skillnaderna mellan metoderna.

2.1.1 Formpressning

Likt formsprutning är formpressning en metod för att tillverka plastprodukter. Den stora skillnaden hör man på namnet, istället för att spruta in smält plast i ett formverktyg, så pressar man samman stora plastark och med hjälp av formverktyget. Detta gör att det skapas ett svinn i tillverkningsprocessen i form av ett "skägg" som bildas utmed kanterna på produkten.

Skägget utgör alltså delarna av plastarken som inte får plats i verktyget.

Med ett skägg att ta bort på varje plastdetalj skapas ytterligare ett arbetsmoment och därmed är formpressning en dyr metod för storskalig produktion. Formpressning har också en relativt lång cykeltid jämfört med formsprutning, som bland annat beror på att plasten inte har samma höga temperatur när den kommer i kontakt med verktyget. (Bruder, 2018)

Övertaget formpressning har över formsprutning ekonomiskt, är att man inte behöver lika avancerade maskiner. Vilket gör formpressning lämpligt för mindre serier.

En vanligt internationellt förekommande benämning för formpressade komponenter är Sheet Molding Compound (SMC).

2.1.2 Formsprutning

Plastal använder sig främst av formsprutning. Maskinen består av en sprutenhet och en låsenhet.

Sprutenheten består av en doseringsenhet som i början av en cylinder värms upp med hjälp av ett värme band. I cylindrarna så finns det en skruv som roterar och doserar fram plastmaterialet till nästa skott eller som får en linjär rörelse och fungerar som en kolv när materialet sprutas in i formverktyget. Längst fram på skruven så sitter en backströmsventil som stoppar att materialet pressas bakåt när man fyller på formverktyget. Cylindern övergår till munstycket som ligger i kontakt mot verktyget. Under insprutningsfasen så flyter materialet in i formrummet genom munstycket.

Formverktyget består främst av två delar (i vissa fall tre delar i så kallade etageverktyg). I ena halvan där ingötet finns, fixeras på maskinens fasta formbord och kallas för den fasta

formhalvan. Den delen där utstötarpattan är monterad kallas för den rörliga formhalvan då den är monterad på maskinens rörliga formbord. I regel så är låsenheten en hydraulcylinder men en knäledsmekanism men den kan även vara en kraftigare hydraulisk cylinder med direktlåsande kolv som ger det rörliga formbordet en fram- och tillbakarörelse som öppnar eller stänger verktyget.

Fördelen med att använda sig av formsprutning är att cykeltiderna blir mycket kortare än formpressning då processen är snabbare, det blir även mindre jobb för efterbearbetning och beroende på hur parten är gjord så kan man slippa efterbearbetningen helt och hållet. Om man har rätt inställning och rätt konstruktion för en process så slipper man skägg på parten.

Nackdelarna med formsprutning är att det är en dyr process att komma igång med då man måste köpa in nya verktyg för varje detalj, vilket innebär om man har en låg kvantitet som man måste göra så är det inte gynnsamt att använda sig av formsprutning men om man ska många detaljer med formsprutning så är det lönsamt (Bruder, 2018).

2.2 Plast

Det är två typer av plast som används främst för de olika tillverkningsmetoderna och det tas upp i detta stycke.

2.2.1 Termoplast och Hårdplast

Termoplast är en polymer som inte ändrar sin kemiska struktur när den smälts till skillnad på hårdplast. Till följd av att detta så kan man återanvända termoplast genom att smälta ner det och forma det igen, detta går ej med exempelvis hårdplast. Då hårdplast ändrar sin kemiska struktur under härdningsprocessen. (Bruder, 2018)

Termoplast är det man använder i formsprutningsprocessen.

2.2.2 Polypropen (PP)

Den vanligaste termoplasten är Polypropen, den används i allt från hemelektronik till fordonsindustrin. PP brukar användas i kompositer och då brukar man förstärka den med glasfiber eller i vissa fall kolfiber. (Bruder, 2018)

Glasfiber är det som används oftare då det är billigare och även mer stöttåligt. Det finns två varianter av glasfiber, den ena är långglasfiber och den andra är kortglasfiber. Skillnaden är att kortglas är billigare, enkelt att använda och det är även lika styvt som långglas det har dock inte samma dynamiska egenskaper som långglas, långglas är även starkare än kortglas.

2.2.3 Polykarbonat (PC)

Polykarbonat är en transparent termoplast som är väldigt stöt- och slagåligt. Bland annat används den som hjälmvisir och skyddsglas till maskiner. (Bruder, 2018)

Den har använts i bilindustrin av bland annat Magna, som tillverkade ett takfönster i polykarbonat till en Corvette. Polykarbonat blir mer och mer använt som alternativ till glas, det görs undersökningar på om det ska implementeras i massproducerade bakluckor av bland annat Sabic, som tagit fram en bakruta i deras egna material LEXAN™. (Auto Beat, 2014) Fördelen Polykarbonat har över glas är att det är lättare, mer slitåligt och kan tillverkas i mycket mer avancerade former. Nackdelarna är att det är mer repkänsligt, har ett högre inköpspris och är i obehandlat tillstånd känsligt för UV-ljus.

2.3 Sammanfogningstekniker

I detta stycke så beskrivs de sammanfogningstekniker för plaster som kom att bli relevanta för projektet.

2.3.1 Snäppförband

Snäppförband är en vanligt förekommande monteringsmetod för formsprutade komponenter. Form och utförande varierar från förband till förband, men grundprincipen är att en något flexibel plastkrok hakar fast sig i en annan detalj. Plastkroken kan tillverkas i samma process så att den redan sitter fast i en av dem formsprutade detaljerna, då kallar man det integrerade snäppen. Alternativet är att ha lösa snäppen som man sedan hakar fast i detaljen, och sedan snäpper fast med en annan komponent.

En av fördelarna med snäppförband är att man slipper använda till exempel skruvar, clips eller lim. Alltså är snäppförband en metod som kräver väldigt lite additivt material för att sammanfoga komponenterna, och gör det till en väldigt kostnadseffektiv process i produktionen. Snäppförband kan göras både demonterbara och icke demonterbara. (Bruder, 2018) (Snap Fit Design, u.å.)

2.3.2 Ultraljudssvetsning

Ultraljudssvetsning är en snabb metod (svetstiden brukar ligga på ungefär 1 s), en relativt billig metod vid massproduktion då den inte kräver att man tillsätter något material, enkel att automatisera och så skapar man läckagefria fogar. Det finns även begränsningar såsom att detaljstorlek max är 80mm x 80mm (>80mm kräver i regel flera svetspunkter), olika polymerer kan inte svetsas ihop tillsammans men samma material med olika armering kan svetsas ihop dock. Det är en väldigt vanlig förekommande metod hos svenska formsprutningsanläggningar. (Bruder, 2018)

2.3.3 Nitning

Nitning är en stark permanent sammanfogning, man använder sig av en stans som stugar niten i plast. Stansen kan vara kall, varm eller överföra ultraljudsenergi. Fördelen med nitning är att man kan sammanfoga olika material t.ex. plåt och plast, det är även en snabb och ekonomisk process. (Bruder, 2018)

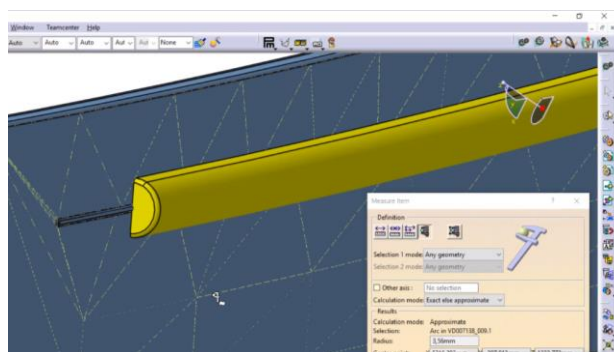
2.3.4 Limning & Tejpning

Limning och tejping är två metoder som efterliknar varandra en del, de är båda kostsamma då man förbrukar material för varje användning (tejping är den mer kostsamma av dom två) (Bruder, 2018). Metoderna är mer lämpliga för stora och komplicerade ytor. Metoderna brukas användas i kombination med en annan metod för att hjälpa guida parterna på rätt plats exempelvis svetsning osv.

Polyuretan är limmet som oftast används när man limmar fast glas till plast som exempelvis när man ska limma fast en bakruta till baklucka. Om man ska limma fast plast till plast så är ett av de vanligaste limmen inom fordonsindustrin polyol- och Isocyanatbaserade tvåkomponentslim. Sika är en stor leverantör inom lim till fordonsindustrin. Bland annat tillverkar de SikaForce®-7570 HP L03, som är ett starkt och flexibelt lim som används bland annat av Magna när de limmar ihop bakluckorna till BMW i3.

Fördelen 7570-limmet har över polyuretan är att man kan få det att härda mycket snabbare vid efterbehandling med IR-ljus eller värme. (Sika, 2019)

Vid limning av plastkomponenter kan det uppstå problem för cellen i produktionen att lägga limfogen på rätt plats. En vanlig lösning till problemet är att låta plastkomponenterna som man ska applicera en limfog på designas och formsprutas med en förhöjd guidelinje som limcellen kan följa. (Figur 1)



Figur 1, Guidelinjer för lim på en komponent

3. METOD

För att kunna besvara frågeställningen och ta fram ett konceptförslag till en formsprutad baklucka använde sig examensarbetarna av ett antal metoder. Metoderna valdes utifrån examensarbetarnas tidigare erfarenheter inom produktutveckling från utbildningen och beskrivs nedan i delkapitel sorterade utefter genomförandet i kronologisk ordning.

3.1 Förberedande undersökning

För att examensarbetarna skulle vara tillräckligt pålästa inför projektet genomfördes ett omfattande undersökningsarbete. Nedan listas vad man fokuserat på för att få tillräckligt stora förkunskaper, och kunna genomföra projektet och komma fram till ett resultat till frågeställningen.

3.1.1 Marknadsundersökning

För att ta reda på vad som redan är gjort inom området undersökte man hur marknaden såg ut gällande formsprutade bakluckor. Man kartlade vilka företag som höll på med bakluckor i plast och vilka modeller på marknaden som redan fanns. Därefter försökte man ta fram de mest relevanta bakluckorna för det här projektet. Handledarna rådgav om olika potentiella företag och bilmodeller som skulle kunna passa inom projektets ramar.

När man hittat lämpliga bakluckor man gärna velat analysera djupare tog sig examensarbetarna till närmsta återförsäljare av bilmodellen det rörde sig om. Väl på plats kunde man validera om det man läst på nätet stämmer, att bakluckorna faktiskt var tillverkade i plast.

3.1.2 Litteraturstudie

Fakta om de olika relevanta plasterna, både kring formsprutning och formpressning hämtades delvis från olika hemsidor, men stor del av fakten kring plasten i denna rapport hämtades från "Värt att veta om plast" (Bruder, 2018). Denna information var väsentlig för examensarbetarna, då det krävdes ingående förståelse kring materialen och de olika tillverknings teknikerna för att kunna utföra ett välgjort arbete.

3.1.3 Studiebesök i Plastals fabrik

Redan andra veckan av projektet fick examensarbetarna chansen att besöka Plastals fabrik i Arrendal. Syftet med studiebesöket var att tidigt få en övergripande uppfattning av produktionsprocessen vid formsprutning av detaljer inom fordonsindustrin. Examensarbetarna fick även en grundläggande insikt i maskinerna och deras begränsningar gällande storlek och låskraft.

Produktionslinjen och monteringsprocessen för Plastals befintliga artiklar observerades för att ha det som referens när man tar fram ett konceptförslag, då det är otroligt viktigt att ha något som går att producera och montera ihop utan några större hinder. Man fick även se Plastals

lagerhantering och fick reda på att även där så finns det begränsningar gällande storlek för att kunna lagerföra artiklar på ett optimerat sätt.

3.1.4 Formsprutningskurs

För att få en mera övergripande förståelse för formsprutning så anordnades ett möte med formsprutningsexpert från Plastal, där olika mått och begränsningar togs upp för projektet från ett formsprutnings perspektiv. Storleken på maskinerna och dess samband med den maximala storleken för detaljerna som produceras, samt andra faktorer som man måste tänka på för att kunna formspruta en detalj så som låskraft, produktvikt osv. Det diskuterades även olika metoder för att formspruta en detalj och vad dessa metoder var bäst tillämpade för.

3.1.5 Möte med Borealis

En av Plastals största underleverantörer av PP-plast är Borealis, ett möte med en ingenjör från Borealis fördes där man diskuterade fördelar och nackdelar med att använda olika typer av PP-plast såsom långglas och kortglas samt hur det passar in till bakluckeprojektet. Ingenjören från Borealis berättade även att de hade varit med på ett liknande projekt innan, han berättade att de använde sig av GB415LF (PP 40% lång glas) för bakluckans huvudstomme – carriern.

3.1.6 Benchmarking

En av kärnmetoderna i detta projekt är benchmarking, där man bröt ner de befintliga bakluckorna i termoplast antingen genom att analysera en CAD-modell eller genom att fysiskt ta den isär för att se hur den uppbyggd så att man kan analysera dess beståndsdelar. Med en analys av bakluckorna kunde man utvärdera de existerande lösningarna och ta resultatet vidare in i konceptgenereringen.

Efter marknadsundersökningen var det tydligt att det var två bakluckor utöver v90-luckan som man ville fokusera mer på. BMW i3 och Jeep Cherokees luckor var båda formsprutade och ansågs därför vara bra kandidater för att analyseras.

Eftersom Plastal har ett tätt samarbete med Volvo var det enkelt att få fram en CAD-modell på V90s baklucka. Med den kunde man få ut väsentlig data som beskriver vad som krävs för att formspruta den. Exempelvis volym, massa, projicerad area och godstjocklek. Ett exemplar av Volvos baklucka fanns även på Plastals kontor vid projektets start som också kunde användas i benchmarkingen till att återge de fysiska egenskaper samt helhetsintrycket av bakluckan.

Då Plastal inte har samma samarbete med Jeep eller BMW var inte ritningarna till dessa lika lätta att få tag i. Till en början letades närmsta återförsäljare av respektive bilmodell med formsprutade bakluckor upp, och båda modellerna fanns att tillgå i närheten av kontoret i Mölndal. Bakluckorna undersöktes fysiskt på både Jeepen och BMWn för att göra yttre iakttagelser samt att verifiera att dem faktiskt var gjorda i plast.

När det var säkerställt att bakluckorna på respektive bilmodell var tillverkade i plast började

man överse möjligheterna att få tag på ett exemplar av varje baklucka för att kunna genomföra en grundligare benchmarking.

Vid besöket av Jeeps återförsäljare i Mölndal ställdes även frågan till säljaren om det gick att köpa in en reservdelsbaklucka. Det gick och försäljaren gav en offert som togs vidare till handledarna för projektet. Kostnaden för bakluckan togs i beaktning och jämfördes med det den skulle kunna tillgodose projektet och ett beslut fattades av Plastal att köpa in den. Med två fysiska bakluckor på plats kunde examensarbetarna demontera luckorna för att undersöka varje enskild del samt se hur dem var uppbyggda och ihopmonterade.

Demonteringen skedde i Plastals benchmarking-verkstad på kontoret i Mölndal. Där fanns en del verktyg att tillgå, och de verktyg som saknades fick examensarbetarna i uppdrag att införskaffa. Verktyg som fungerade särskilt bra var ett eldrivet multiverktyg med ett fintandat sågblad, stämjärn, hammare samt bågfil. Vid demonteringen följdes rekommenderade säkerhetsföreskrifter i form av användandet av lämpliga skydd för ögon och öron. Vid demonteringen dokumenterades mätningar av massan för varje detalj samt iakttagelser gjordes för vilken fästmetod som applicerats vid monteringen, samt vilket material detaljerna var tillverkade av. Med alla delar isärplockade från bakluckan kunde man fotografera delarna och göra vad som kan liknas vid en sprängskiss. Med sprängskisserna kunde man enkelt identifiera skillnader och likheter mellan de tre olika bakluckorna.

3.2 Konceptgenerering

Konceptgenerering var en viktig del för projektet då det hjälpte till att skapa nya idéer och lösningar till hur carriern skulle kunna vara formade och se ut. Syftet med konceptgenereringen var att ta fram ett eller flera konceptförslag på hur en baklucka kan formsprutas.

Nedan beskrivs tillvägagångssättet man valt att använda sig av för att ta sig dit.

3.2.1 Förutsättningar

För att underlätta konceptgenereringen satte man ihop en lista på förutsättningar som man förväntas förhålla sig till för att en baklucka i plast att upprätthålla samma standard som en traditionell baklucka i plåt.

Förutsättningarna bygger på diskussioner med ingenjörer från Plastal samt resultatet från marknadsresearchen och benchmarkingen.

Listan på förutsättningar kan liknas vid en kravspecifikation, men med den stora skillnaden av att alla delar av förutsättningslistan inte är mätbara utan mer övergripande konkreta rekommendationer på attribut bakluckan borde förhålla sig till.

3.2.2 Brainstorming

Brainstormingen baserades till största del på att kolla på hur de benchmarkade bakluckorna löste olika problem och utefter det undersöka vilket lösningar som bäst passar förutsättningarna. Brainstormingen skedde löpande med projektet då det kom upp nya krav och förutsättningar.

Vanligtvis när det gäller brainstorming så handlar det om att deltagare ska antingen individuellt eller gemensamt generera idéer som sedan presenteras för resten av gruppen, detta brukar i sin tur kunna leda till nya idéer och koncept. När gruppen inte längre genererar idéer så börjar man med nästa fas av brainstormingen, och det är förbättring och modifiering av de olika idéerna. Man slår då ihop olika idéer och förädlar dem för att se om det går att generera nya idéer. I detta projektet så har man brainstormat utefter de befintliga lösningarna för att ha en grund att gå vidare med och utefter det kommit på koncept som passar kraven och därefter har man modifierat koncepten från respons från kunden samt ny information om kraven på produkten.

3.2.3 Lösningstabell

För att få en bra överblick av de befintliga lösningarna på marknaden sattes lösningarna in i en tabell. I tabellen är delfunktionerna från de tre benchmarkade bakluckorna nedbrutna och sammanställda bredvid varandra för att enkelt kunna jämföra dem mot varandra, men även för att se likheter mellan lösningarna.

Nya lösningsförslag som uppkom under brainstormingen fördes också in i tabellen när nya konceptförslag skulle tas fram. Med en samling av befintliga lösningar och nya lösningsförslag för delfunktionerna, kunde man plocka ut de lösningarna löste uppgiften på det mest hållbara och kostnadseffektivaste sättet och presentera dem som ett konceptförslag.

3.2.4 Workshop

Ungefär halvvägs in i arbetet hölls en workshop mellan examensarbetarna och ingenjörerna från Plastal. Syftet med workshopen var dels som en avstämning för att presentera vad man hittills kommit fram till, samt för att ingenjörerna skulle få chansen att kunna bidra med sina synpunkter och förslag som examensarbetarna sedan skulle kunna arbeta vidare med.

Mycket fokus av det som presenterades var resultatet från benchmarkingen. Ingenjörerna fick se hur bakluckorna från BMW i3 samt Jeep Cherokee var uppbyggda. Det öppnades upp för diskussion och ingenjörerna kom med värdefulla observationer som lätt blir förbisedda om man inte arbetar med plast på daglig basis. De olika lösningarna bakluckorna hade för att skapa en styv struktur diskuterades ingående och jämfördes mot varandra. Utifrån hur bakluckorna såg ut spekulerades det också mycket om hur produktionsprocessen måste ha sett ut.

3.2.5 Möte med lim-expert

Ett möte hölls med lim-expert och våra handledare från Plastal. Lim-experten har stor erfarenhet av limmade plastkonstruktioner på Plastal och under mötet presenterades konceptförslagen samt så kunde examensarbetarna förklara hur limmets roll var tänkt att spela in i konstruktionen.

Viktor kunde komma med bra feedback och kunde förklara mer ingående hur produktionsprocessen för en limning i en automatiserad produktion kunde se ut. Detta gav bra insikt i vad man behövde tänka på när man utformade konceptet och som kommer behöva tas i beaktning när det är dags att designa bakluckan.

Vidare diskuterades också vilka limtyper man uppmärksammat att konkurrenterna använt i sina bakluckor samt vad man kan behöva tänka på när man väljer lim och planering av limningsprocessen.

3.2.6 Visualisering

För att få bättre förståelse av koncepten och idéerna men även för att kunna presentera alla framsteg så har man använt sig av visualisering i olika former. Detta har underlättat kommunikationen vid avstämning med handledare samt bidragit med ökad förståelse för läsaren av rapporten. Ett presentationsformat som var till stor hjälp i detta projektet var "System Description", som är ett presentationsverktyg där man presenterar komponenter och beståndsdelar med hjälp av ett bildspel. Där presenteras komponenternas funktioner samt det står så står det relevant information om varje beståndsdel i de olika bilderna. Exempelvis vilket material det är gjort av, vikten på komponenten, hur den sitter fast osv. Man använde sig även av vanliga skisser för idégenerering och konceptgenerering. En enkel CAD-modell i CATIA gjordes även för att illustrera det slutgiltiga 2-delade konceptet.

4. RESULTAT

Här presenteras arbetets resultat.

4.1 Förberedande Undersökning

Nedan presenteras resultatet från den förberedande undersökningen, som sedan kommer ligga som grund till konceptgenereringen.

4.1.1 Marknadsundersökning

Efter genomförd marknadsundersökning kunde man kartlägga vilka företag som tillverkar bakluckor i plast idag. I det här kapitlet presenteras de företagen tillsammans med de bakluckor som anses vara relevanta till projektet i avseende som inspirationskälla. Vid besöket hos återförsäljarna av bilarna med plastbakluckor gjordes flera noteringar som beskrivs i slutet av kapitlet.

4.1.1.1 Signifikanta företag kopplade till bakluckor i plast

Magna är en kanadensisk koncern som tillverkar komponenter inom bilindustrin, bland annat formsprutar de bakluckor i termoplast till ett par modeller på marknaden idag. Till exempel BMW i3, Jeep Cherokee och Nissan Rogue. Magna började redan 1999 med att tillverka bakluckor i termoplast, då till en europeisk premiumbil. Men kom sedan till att arbeta främst mot den Amerikanska marknaden med fokus på stadsjeepar. (Inside Composites, 2019) Magna jobbar också med alternativ till traditionella bakrutor i glas. De formsprutar bland annat rutor för bakluckor och ljusinsläpp till biltak i polykarbonat (PC). (Magna, 2020)

Plastic Omnium är också ett stort namn kring tillverkningen av exteriöra komponenter inom bilindustrin. Dem har flera varianter på bakluckor, några modeller med bakluckor som har en inre struktur med hög hållfasthet tillverkad av formpressad hårdplast samt ett yttre hölje formsprutat i termoplast.

Exempel på dessa är Range Rover Higate och Citroën C4.

De har även ett par varianter tillverkade helt i formsprutat termoplast, både den inre strukturen och det yttre höljet.

Ett exempel på detta är bakluckan till Peugeot 308.

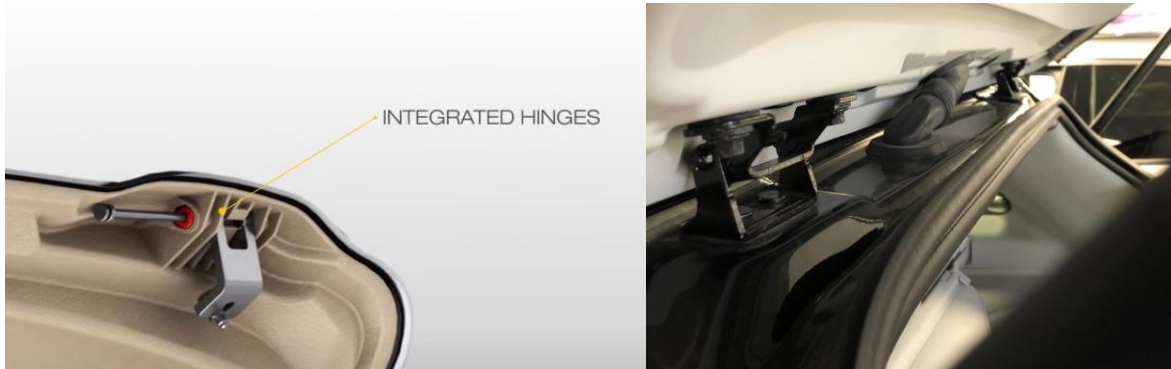
Sabic Innovative plastics är ett företag som ägs av Sabic, en gigant inom plastindustrin. Sabic IP tar fram innovativa lösningsapplikationer för plast och har enligt Auto Beat, 2014 tagit fram ett koncept på en baklucka till en SUV som ska bidra med en viktbesparing på 30%, vilket ska kunna motsvara 12,5kg på bakluckor av liknande storlek.

Stor faktor till att konceptet sparar så mycket vikt är att alla delar är formsprutade i plast.

Inklusive samtliga strukturförhöjande delar i bakluckan samt bakrutan. (SABIC, 2018)

Istället för att höja styvheten med metallförstärknignar har de formsprutat en Torsion Box, en slags låda med en ribbad fackverkskonstruktion, och monterat den i nedre delen av

bakluckan. Och för att förstärka området runt gångjärnen har man valt en väldigt annorlunda lösning jämfört med traditionella bakluckor. Infästningen till gångjärnen är snedställd 90 grader och man låter den ribbade strukturen i bakluckans plast utgöra ena halvan av gångjärnet. Se figur 2 och figur 3.



Figur 2, Sabics gångjärnskoncept (SABIC, 2018, 3:05) Figur 3, Gångjärn från Jeep

Konceptets bakruta är formsprutad av en polykarbonat (PC) Sabic tagit fram själva, LEXAN. Utifrån SABIC, 2020, 0:30 är det ett extremt tåligt material som kan ta emot enorma laster. I klippet i länken demonstrerar de skillnaden mot en vanlig bakruta, som blir krossat av ett metallklot, mot deras egna bakruta i LEXAN som motstår kraften från det flygande metallklotet, som sedan flyger bort och lämnar bakluckan i oförändrat skick. Dom tar även fram ett koncept på en formsprutad plastlucka (figur 4).



Figur 4, Sabics Koncept (SABIC, 2018, 0:50)

Borealis är en leverantör till Plastal, de tillverkar bland annat flera varianter av Polypropen (PP) som är den vanligaste plasten när det gäller formsprutning. Vid mötet med en representant från Borealis kom det fram att de hade arbetat med ett liknande koncept för en kund där de också skulle formspruta en baklucka. I projektet var det tänkt att Borealis skulle tillhandahålla materialet för bakluckan samt vara med under utvecklingen av sagda projekt. I det projektet skulle man använda sig av ingjutna förstärkningstänger vid utsatta områden. Det kom även fram att man skulle använda sig av plasten GB416LF som är en PP med 40% långglas. Bakluckan var designad i en tvådelad design med ett ytterhölje och en innedel. De hade även funderat på att göra den i tre delar ett yttre hölje, mellan stam och en innerpanel men valde att fortsätta med två dels konceptet. Vilken modell det rörde sig om förblev osagt.

4.1.1.2 Befintliga bilar på marknaden med bakluckor i plast

Volvo V90

Examensarbetarna letade flitigt efter artiklar och dokument på internet som beskrev v90 bakluckan mer ingående, men utan större resultat. Därför förlitade man sig på det man fått höra om bakluckan från handledarna på Plastal, samt resultatet från benchmarkingen. Man försökte också få till ett möte med en anställd hos Volvo som arbetade med bakluckan i fråga, men det blev tyvärr aldrig av.

Jeep Cherokee

Sedan 2019 har Jeep använt bakluckor formsprutade i termoplast. Jeep Cherokee är en kompakt stadsjeep (SUV) på strax under 2 ton som är gjord för stadsmiljö samt lätt offroad. Magna som tillverkar bakluckan blev belönade med ett pris för sin innovativa lösning då de lyckats massproducera en baklucka med en viktbesparing på 28%. (Magna, 2018) Tidigare bakluckor som legat med viktbesparingar på denna nivå har enbart varit på koncept och aldrig tagits till massproduktion.

Efter att ha granskat informationen som finns om Cherokeen på nätet fann man att det inte står särskilt mycket om dess interna uppbyggnad. Detta i kombination med den prisbelönade viktbesparingen gjorde den extra intressant. Tillräckligt intressant för att få examensarbetarna att ta sig till närmsta återförsäljare för att verifiera att bakluckan faktiskt är tillverkad i plast, vilket den visade sig vara. Detta gjorde Cherokeen till en baklucka man gärna ville undersöka djupare, därför beslutade man att kolla på möjligheterna att köpa in ett exemplar.

BMW i3

Magna har sedan 2013 levererat bakluckor till BMWs framtidstänkande elbil. BMW i3 är gjord för att köras i stadsmiljöer och har en förhållandevis låg vikt på 1.4 ton. Framtidstänk är verkligen slagordet för i3an, mycket fokus i marknadsföringen ligger på hur milövänlig den är, inte bara när den är i drift. Utan även presenteras stolt att fabriken är självförsörjande när det kommer till energi, samt att 95% av bilen är tillverkad av återvinningsbara material.

Från en artikel (Plastics, 2014a) framgick det tydligt att stommen till bakluckan var formsprutad i plast. En av dem stora anledningarna belyser artikeln är viktbesparingen som medförs.

Som ytterpanel valde BMW att använda glas istället för plast eller plåt. Detta av designskäl, då de ville åt ett "Smartphone-utseende". Enligt artiklen genomfördes beräkningar och jämförelser på att använda polykarbonat istället för glas. Men man valde ändå att använda glas bland annat på grund av kostnads- och designskäl.

För att minska risken för att de synliga områdena på den formsprutade bakluckestommen ska ha ojämnheter har BMW enligt artikeln använt sig av en kornig yta. Detta i kombination med optimerade maskininställningar gav de synliga områdena en godkänd ytfinish trots att det var formsprutade ribbor och förstärkningar på baksidan.

Vilket gjorde den intressant att se i verkligheten. Även här gjordes ett besök hos en återförsäljare för att se och känna på bakluckan i verkligheten. Efter besöket konstaterades att man gärna ville se över möjligheterna att få tag i ett exemplar för att benchmarka och analysera strukturen ytterligare.

Nissan Rogue

Magna har även tillverkat formsprutade bakluckor för bilmodellen Nissan Rogue. En lite mindre stadsjeep tillverkad i USA som med sina 1.6 ton konkurrerar med Amerikanska Jeep Cherokee.

Enligt två artiklar (Todays Motor Vehicles, 2014), (EDI, 2014) var Nissan Rogue den första Amerikanska massproducerade bilmodellen med en baklucka av termoplast. Den formsprutade bakluckan började levereras av Magna redan 2014. Även i Nissans baklucka påstår man att man reducerar vikten på bakluckan med 30%.

Modellen ansågs vara intressant och ett beslut togs om man skulle analysera den mer eller inte. Beslutet som fattades var att man istället skulle fokusera på dem andra nyare modellerna från Magna och lämnade Nissan Rogues baklucka efter marknadsresearchen.

Toyota Supra

2020 lanserades Toyotas sportmodell med en baklucka tillverkad i termoplast (Repairer Driven News, 2019). Väldigt lite information om bakluckan fanns under projektarbetets gång och man fick inte reda på vem som tillverkade bakluckan eller hur den var uppbyggd. Man lämnade det där och fokuserade mer på analys av övriga bilmodellens bakluckor.

Citroen C4

2013 fick sig Citroen C4 en drastisk förändring. Den tidigare bakluckan i plåt ersattes med en i plast tillverkad av Plastic Omnium, med en viktninskning på ca 10%. (Plastics, 2014b) Den nya plastbakluckan var tillverkad i en tvådelad formpressad konstruktion, vilket skiljde sig från många andra plastbakluckor, som ofta var tredelade konstruktioner. Att C4ans nya baklucka var formpressad gjorde att man inte lade mer tid på analysering av bakluckan. Men då den var gjord i två delar kunde designen utgöra en inspirationskälla till framtida lösningsförslag en visualisering av konceptet kan man se på figur 5.



Figur 5, Sprängskiss från en benchmark av Plastics, (Plastics, 2014b)

4.1.1.3 Ytliga iakttagelser på bakluckorna upptäckta vid besöken hos återförsäljarna

På plats hos Jeeps återförsäljare i Mölndal tog man sig en närmre titt på Jeep Cherokees baklucka i plast. Väl på plats såg man att Jeeps storebror, Grand Cherokee precis jämte. Grand Cherokee är en lite större och lite mer exklusiv variant av Cherokeen. Bakluckan på den är traditionellt tillverkad i plåt.

Första iakttagna skillnaderna man kunde se mellan de båda bakluckorna är dimensionerna på bakluckorna. Även fast dem nästan är lika breda och höga, skiljer dem sig markant i djupet. Bakluckan i plast var mycket tjockare och upplevdes klumpigare jämfört än plåtvarianten. Bakluckan i plast hade ett djup längst ner vid låsanordningen på 21cm, medans bakluckan i plåt enbart mätte 13cm på samma ställe (figur 6 och figur 7).



Figur 6, Jeep Cherokee



Figur 7, Jeep Grand Cherokee

Vid jämförelse av bakluckornas upphängningssystem kan man se att gångjärnen till bakluckan i plast(figur 8) är betydligt bredare än de motsvarande gångjärnen till bakluckan i plåt (figur 9).

Detta förutsätter examensarbetarna beror på att plasten, som är mycket sprödare än plåten, behöver en större yta att fördela krafterna på.



Figur 8, Gångjärn, Jeep Cherokee



Figur 9, Gångjärn, Jeep Grand Cherokee

Vid besöket av BMWs återförsäljare kunde man också ta sig en titt på i3ans baklucka. Vid första anblick upplevdes bakluckan inte lika klumpig som Jeepens formsprutade baklucka.



Figur 10, BMW i3



Figur 11, Gångjärn på BMW i3

Efter att man kollat närmre på upphängningssystemet ser man att gångjärnen är av en annan typ än hos bakluckorna från Jeep. Men man kan se en tydlig koppling på Jeeps formsprutade baklucka då i3ans gångjärn också är av en väldigt bred typ som man kan se på figur 10 och figur 11.



Figur 12, Volvo v90



Figur 13, Gångjärn på Volvo v90

En av plastals tjänstebilar råkade vara en Volvo v90 (figur 12), så efter man varit hos BMW och Jeeps återförsäljare tog man sig också en titt på v90 bakluckan. Även här var gångjärnen av relativt bred modell (figur 13). Bakluckan upplevdes också rätt tjock, men intrycket var inte att det försämrade upplevelsen för användaren.

Efter iakttagelser från alla tre bakluckor monterade på sina respektive bilar kunde slutsatsen dras att man antagligen kommer behöva lägga fokus i framtiden på att ha tillräckligt breda gångjärn som fördelar kraften på ett större område på bakluckan. Man spekulerade också i att hur tjock bakluckan behövde vara kunde vara beroende på hur stor bilen är, då en större bil antagligen behöver en baklucka som kan ta upp högre laster.

4.1.2 Benchmarking

I detta avsnitt så presenteras resultatet från benchmarkingen av de befintliga bakluckornas lösningar.

4.1.2.1 Volvo V90

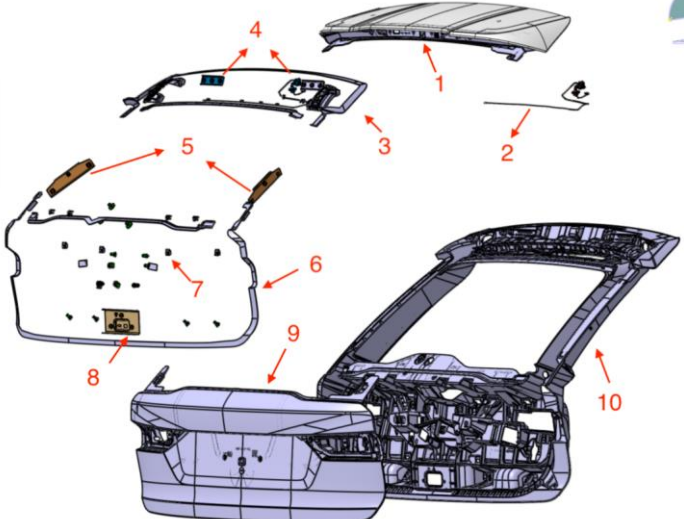
Volvo V90 har de senaste åren tillverkat sina bakluckor i plast. Volvo formpressar och monterar dem själva i sin fabrik i Frankrike. Bakluckan utan glasruta, eller innerpanel väger 14,5kg. Varav själva main carriern, med förstärkningar tillsammans väger ca 9,5kg. Efter benchmarkingen framgår det att bakluckan består av tre lager. En stomme, här kallad Main carrier, som står för struktur och hållfastheten. En ytterpanel, med en lackerad ytfinish. Sist en innerpanel, som är till för att täcka ojämnheter på insidan av bakluckan.

4.1.2.1.1 Demontering

Då Plastal har ett nära samarbete med Volvo så kunde man få tag en CAD-fil enkelt vilket möjliggjorde det att "ta isär" luckan i programmet, utan att behöva fysiskt ta isär den. Från CAD-filen kunde man plocka ut data som är relevant vid formsprutning och detta presenteras i en BOM (Bill of Materials) i Tabell 2 nedan. I CAD-filen saknas dock innerpanelen.

Då man monterat isär den digitalt istället för fysiskt har man inte kunnat väga delkomponenterna manuellt, utan istället förlitat sig på volymen plockat från filen, och multiplicerat med en densitet för respektive material. Densiteterna kan dock skilja sig mellan olika tillverkare, därför kan vikterna i BOMen vara något avvikande.

Tabell 1, Delkomponenter, Volvo v90

	Delkomponent
	1. Takspoiler 2. Kablar/Antenn 3. Lim 4. Gångjärnförstärkningar 5. Gasdämparförstärkningar 6. Lim 7. Clips för skruvar 8. Låsförstärkningar 9. Ytterpanel 10. Main carrier (artikelnummer 31395991, BQ6UA)

Figur 14, Sprängskiss, Volvo v90

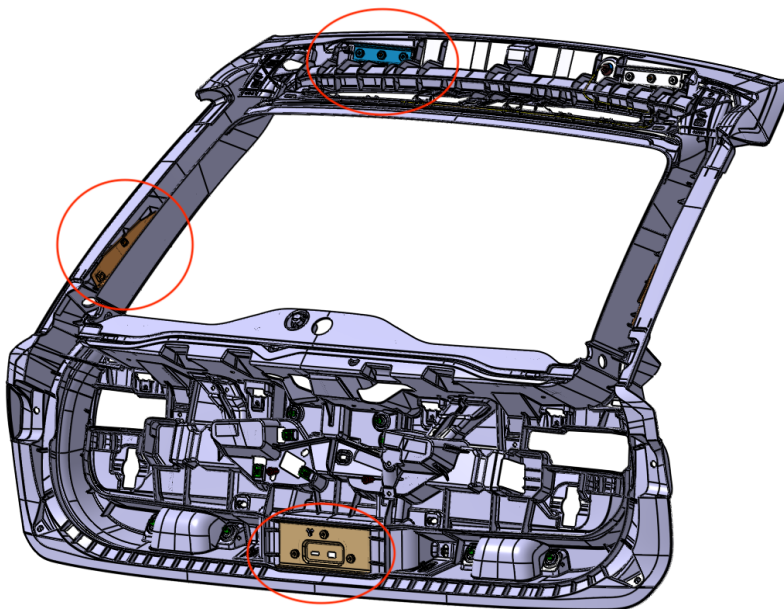
Tabell 2, Bill of Materials (BOM)

Part Name	Volume (cm3)	Gen. Thkn. (mm)	Pcs.	Weight (g)	Total Weight (g)	WxHxD Resp. to tooling dir. (mm)	Proj. Area (cm2)	Material Generic ID	Density (g/cm3)	Painted Area (cm2)
Main Carrier	4929	1,8	1	8 872	8 872	1347x1104x757	6962	UP GF 25	1,8	Mätning ej gjord
Ytterpanel	2114	3,2	1	2 262	2 262	1350x214x474	5470	PP EPDM T30	1,07	7001
Takspoiler (panel)	1154	3,2	1	1 235	1 235	1172x328x125	3351	PP EPDM T30	1,07	3716
Takspoiler (carrier)	549	3,2	1	588	588	1144x119x160	1013	PP EPDM T30	1,07	-
Gångjärnförstärkning	13	1,5	2	107	215	-	-	Steel	8,5	-
Gasdämpareförstärkning	8	1,5	2	65	129	-	-	Steel	8,5	-
Låsförstärkning	32	1,5	1	258	258	-	-	Steel	8,5	-

4.1.2.1.2 Analys av delsystem

Main carriern är formpressad i UP GF25, som är en glasfiberförstärkt (25%) omättad polyester. I efterbearbetningsprocessen har man stansat hål, tagit bort skägg och monterat fast clips och andra skruvinsets för monteringen. Man har också monterat förstärkningsfästen i stål för låset, upphängningen till gasdämparna och gångjärnen som fäster luckan i karossen (figur 15). Dessa är monterade med skruv och mutter.

Längs carriers kanter är bakluckan förstärkt med en ribbad struktur som går hela vägen runt luckan. I mittenpartierna har man även använt sig av en kratermönstrad struktur för att öka styvheten som man kan se på figur 16.



Figur 15, Main carrier, Volvo v90



Figur 16, Kolfiberförstärkning, Volvo v90

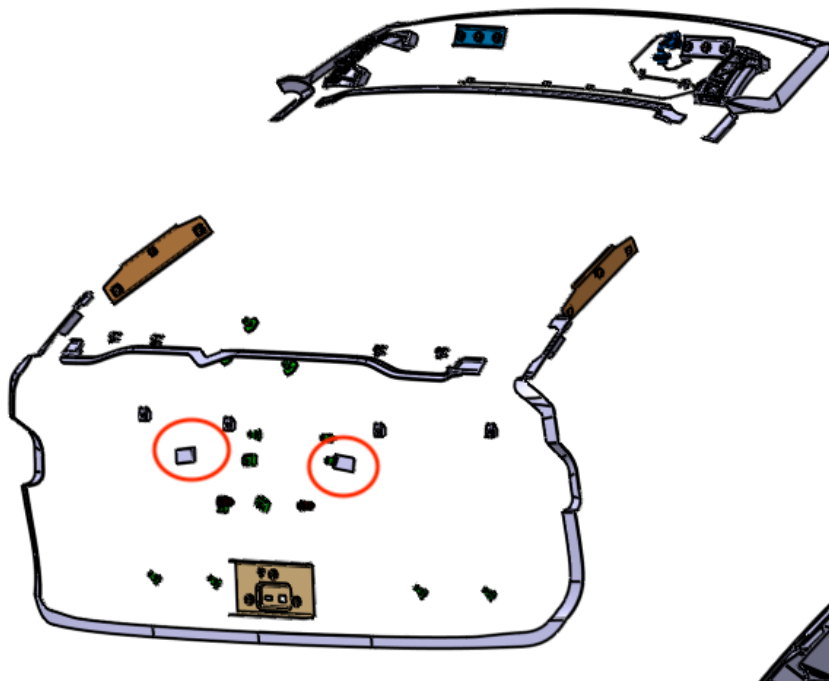
En del som man inte kan se på CAD-filen är kolfiberförstärkningen som ligger vid balkarna runt vindrutan som man kan se på figur 16. Kolfiberförstärkningarna var ingjutna i SMC-processen. Syftet med dessa antogs vara att stärka det utsatta området som uppstår vid de smala dimensionerna i balkarna.

På carriern sitter förutom glasrutan en ytterpanel samt en takspoiler. Takspoilern består av två delar, en spoilercarrier samt en spoilerpanel.

Materialet de använde till ytterpanelen och takspoilern är PP EPDM T30, vilket är en polypropen med gummipartiklar och talk (30%) inblandat i materialet. Detta ger ytterpanelen mer slagtålighet för att förhindra sprickbildning vid låga temperaturer.

För att fästa ytterpanel och takspoiler har man använt sig av ett lim som vid härdat tillstånd liknar en typ av polyuretan. Det är fördelat runt kanterna på takspoilern och ytterpanelen men även i mitten (som är inringat i figur 17) av ytterpanelen för att stabilisera den så att panelen inte skakar när man öppnar och stänger den.

För att limmet i mitten ska ha något att fästa ytterpanelen i har man designat en "krater" i carriern som går ut och hamnar i samma nivå som ytterpanelen.



Figur 17, Lim, Volvo v90

Innerpanelen är tillverkad i två olika delar, en i formsprutad plast som är permanent monterad för att täcka den icke estetiskt tilltalande carriern, samt borttagbar panel i ett "filtaktigt" material. Under den borttagbara panelen sitter elektronik åtkomligt, det finns även ett tomrum med plats för viss förvaring, till exempel en varningstriangel.



Figur 18, Innerpanel, Volvo v90

På de delarna av carriern som är synliga ligger en mattsvart lack (figur 18). Ytfinishen är av en "småknottig" struktur och inga tecken från ribborna på andra sidan syns till.

4.1.2.2 Jeep Cherokee

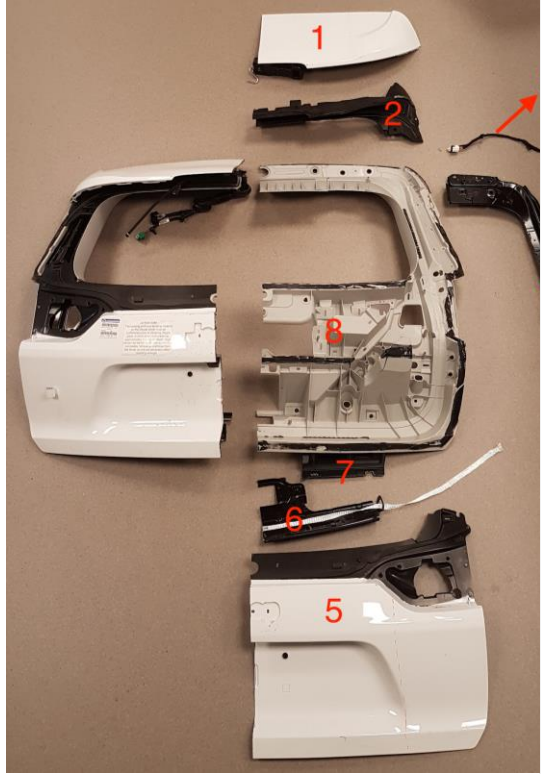
Magna tillverkar sedan 2019 bakluckor åt Jeep i USA. Bakluckan utan glastruta, eller innerpanel väger 16.2kg (1,7kg mer än hos den motsvarande Volvo bakluckan). Själva main carriern och metallförstärkningarna vägde tillsammans 9,7kg (0,2kg mer än hos den motsvarande Volvo bakluckan).

Efter benchmarkingen framgår det att bakluckan precis som volvos formpressade baklucka består av tre lager. En carrier, en ytterpanel samt en innerpanel.

4.1.2.2.1 Demontering

Exjobbarna sågade itu bakluckan för att förenkla demonteringsprocessen och tog sedan isär den ena halvan. Då bakluckan är symmetrisk kunde man väga de separata halvorna av delkomponenterna och sedan räkna ut vad en hela delkomponent hade vägt.

Tabell 3, Delkomponenter, Jeep Cherokee

	Delkomponent	Vikt (kg)	Godstjoc. (mm)
	1. Takspoiler	1,4kg	3
	2. Spoilercarrier	1,3kg	3
	3. Kablar	-	-
	4. Stolpförstärkning	2x1,4kg	1
	5. Ytterpanel	2,7kg	3
	6. Låsförstärkning	1,2kg	1
	7. Hållare för öppningsknapp	0,4kg	3
	8. Main carrier (Artikelnummer K6RW71PS4AH)	5,7kg	3

Figur 19, Sprängskiss, Jeep Cherokee

4.1.2.2.2 Analys av Delsystem

Main carriern är gjord av PP-GF40, vilket är en polypropen med 40% glasfiber som man formsprutar till den önskade formen. Stommens godstjocklek är ca 3 mm och väger totalt runt

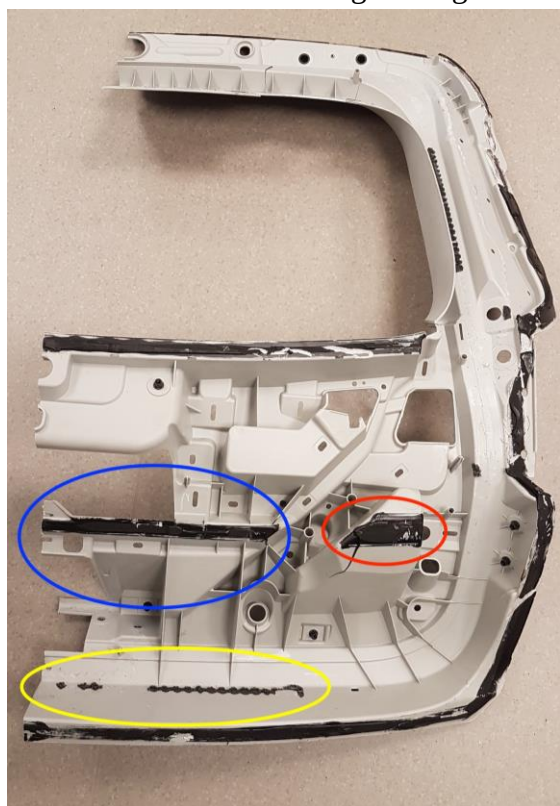
5,7kg. Bakluckans carrier är formad och ribbad för att ge den en styv struktur, likt luckan från Volvo v90. Till skillnad från Volvos motsvarighet är inte Jeepens baklucka lackerad.

Spoilern och ytterpanelen är likt Volvos ytterpanel gjord av en PP blandad med talk och gummi och är fastlimmad på carriern.

Precis som V90 luckan så är Jeep Cherokees ytterpanel limmad runt kanterna med ett lim som vid härdat tillstånd liknar en typ av polyuretan. Luckan är även här limmad i mitten för ökad stabilitet. För att då limmet ska kunna fästa i både carrier och ytterpanel har man applicerat samma lösning som volvo, att designa en "krater" som man sedan limmar fast ytterpanelen mot, detta kan man se inringat i rött på figur 20.

Spoilern är tillverkad i två delar, en spoilercarrier och en spoilerpanel. För att få spoilerpanelen att lägga sig rätt mot spoilercarriern under limmets härdningstid har man använt sig av en typ av snäppförband som guidar spoilern på plats. Spoilercarriern är fäst med ett annat typ av lim, samma lim som används vid montering av förstärkningarna. Limmet som används för att limma ytterpanelerna används också för att limma fast handtaget/knappen till luckan detta lim är inringat med blå färg på samma figur.

Innan man applicerat limmet ser det ut som att man använt sig av någon typ av primer för att se till att det fäster ordentligt. Se figur 21.



Figur 20, Carrier, Jeep Cherokee



Figur 21, Lim och primer, Jeep Cherokee

Bakluckan är förstärkt med två stycken formpressade plåtar (figur 22 och figur 23) som ligger längs med stolparna på sidorna av luckan. Förstärkningarna börjar vid den nedre delen av carriern, där den bidrar med en förstärkt yta som gasdämparna kan fästa i. Sedan går den ända

upp till toppen av bakluckan, där den förser gångjärnen med något starkt att fästa i. Varje förstärkning väger ca 1,4 kg, vilket är betydligt mycket mer än volvos motsvarande fästen. Plåtarna är även där för att styva upp och stabilisera hela bakluckan samt att förstärka utsatta punkter.

Vid låset har man också använt sig av en förstärkning i formpressad plåt som totalt väger ca 1,2kg. Förstärkningen har som funktion att ge låset något starkt att monteras i för att minska risken för utmattningsskador samt öka inbrottssäkerheten (figur 24).

Samtliga förstärkningar har hål i sig som matchar utstickande pinnar från carriern, dessa hjälper förstärkningarna hamna på rätt plats vid monteringen.

Förstärkningarna är limmade och ytterligare fästa med en till två nitar per förstärkning, för att förstärkningarna ska hålla sig på plats under härdningsprocessen.



Figur 22



Figur 23



Figur 24

Figur 22-24, Förstärkningar, Jeep Cherokee

Förstärkningarna är fastlimmade med ett annat typ av lim än det man använt för att limma fast ytterpanelen. Förstärkningarnas lim är av en sprödare typ, och inte alls flexibelt som det andra limmet. En inzoomad bild på det spröda limmet syns i figur 20, där limmet är inringat med en gul cirkel.

Innerpanelen är formsprutad med en småknottrig olackerad ytfinish. Till synes finns inga demonterbara serviceluckor tillgängliga. Däremot finns två paneler på innerpanelen vid baklyktorna som man misstänker är till för serviceändamål, men det framgår inte tydligt för slutanvändaren (figur 25).



Figur 25, Innerpanel, Jeep Cherokee

4.1.2.3 BMW i3

Även fast mycket information om bakluckan framgick i artikeln från marknadsresearchen ansågs den intressant att ta isär fysiskt.

Bakluckan väger ca 13,9 kg utan bakruta och innerpanel (samt utan baklyktor). Det är strax under vad V90-luckan väger (0,6kg mindre än Volvos motsvarande baklucka). Men man måste ha i beaktning att BMW i3 är en mindre bilmodell som således också har en mindre baklucka.

Endast main carriern och metallförstärkningarna vägde tillsammans 9,2kg (0,3kg mindre än Volvos motsvarande baklucka).

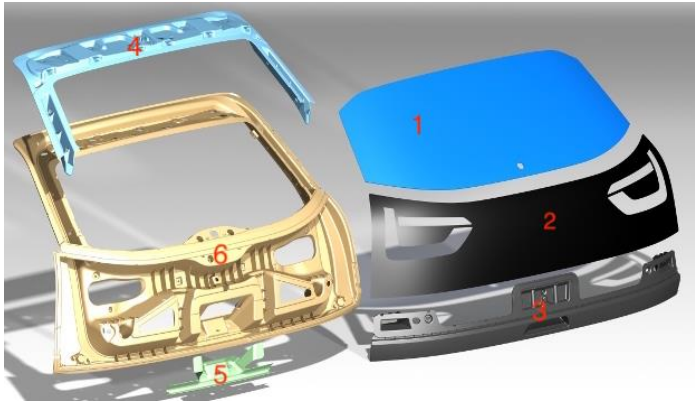
Innan demontering vägde bakluckan ca 19,3 kg med alla komponenter, noteras bör också att BMW luckan var den enda som hade baklyktor och bakruta monterade vid benchmarkingen. Dessa vägdes och togs i beaktning för att kunna jämföra vikten med de andra bakluckorna.

4.1.2.3.1 Demontering

Vid demontering av bakluckan från i3an plockade man bort del för del tills man kom till metallförstärkningarna. Man valde att avbryta där då metallförstärkningarna var limmade med en ofantlig mängd lim och ansågs inte möjliga att ta bort utan förstöra resten av bakluckan.

Vid demonteringen sprack ytterpanelen som var gjord i säkerhetsglas. Detta i kombination med att man inte kunde sära förstärkningarna från carriern gjorde att man inte kunde lägga ut samtliga delar som en sprängskiss. Därför har man valt att presentera de olika delkomponenterna med en bild man hittat under marknads researchen.

Tabell 4, Delkomponenter, BMW i. obs 7 är på figur27

	Delkomponent	Vikt (kg)
	1. Bakruta	3,8kg
	2. Ytterpanel (glas)	4,4kg
	3. Nedre ytterpanel	3,3 kg
	4. Övre Förstärkning	
	5. Låsörstärkning	
	6. Main Carrier	
	7. Baklyktor	2x0,9 kg

Figur 26, Sprängskiss, BMW i3, (Plastics, 2014a)



Figur 27, Baklucka innan demontering, BMW i3

4.1.2.3.2 Analys av Delsystem

Efter demontering och benchmarking av bakluckan så kan man tydligt se hur den var uppbyggd samt hur den var förstärkt [figur 28].

Överdelen av Bakluckan är förstärkt som man kan se på figur 28 med en gjuten aluminiumlegering som sträcker sig ner över stolparna. Aluminiumlegeringen (AC- AlSi10Mg) är en legering av aluminium, silikon och magnesium. En lätt legering med en densitet på ca $\frac{1}{3}$ av stål som ofta används inom gjutning av avancerade geometrier. (EOS, 2014)

Syftet med förstärkningen är att göra den styvare och starkare vid områden där det behövs stärkas samt att den ger gångjärnen och gasdämparna förstärkta punkter att fästas i.



Figur 28, Carrier, BMW i3

Då förstärkningen är så stor spekulerades det även i att den har syftet att agera som motvikt för att kompensera för den undre delen av bakluckan som har en ytterpanel i glas (se figur 29).

För att förstärka låset sitter en formpressad plåt i botten av bakluckan, denna är limmad med samma lim som förstärkningen vid toppen av bakluckan.

Carriern är ribbad och mönstrad för att göra den styvare som man kan se på figur 29 och 30. Den är formsprutad i PP-GF40, en polypropen som är 40% glasfiberförstärkt, stommen är ca 2 mm tjock. Carriern är också utformad med en kraterliknande struktur likt V90 och Cherokee, som bidrar med fler punkter att limma fast ytterpanelen, syns inringat i rött i figur 30.

Det finns även en formsprutad plastpanel vid botten av yttersidan som går upp under glaspanelen och bidrar med extra limyta för ytterpanelen. Denna detalj är gjord av PP-TX20.



Figur 29, Carrier BMW i3



Figur 30, Carrier, BMW i3

Bakrutan samt ytterpanelen är fastlimmad mot carriern med ett lager lim, som liknas vid en polyuretan. Noteras att det inte ser ut som att Magna här har använt sig av en primer som dem gjorde med Cherokeeen för att få limmet att fästa bättre.

Ytterpanelen är gjord av härdat glas och väger ca 4,4kg, ungefär dubbelt så mycket som motsvarande ytterpaneler på V90 och Cherokeeen. Glaspanelen täcker även baklyktorna vilket innebär om en av baklyktorna skulle gå sönder så måste man ta av hela glaspanelen, vilket är mycket besvärligt då den är fastlimmad på flera ställen på bakluckan.

De delarna av carriern som inte täcks av paneler har en olackerad och något småknottrig finish. Inga tecken från ribborna på insidan av carriern syns heller till.

4.2 Konceptgenerering

I detta kapitel så presenteras resultatet från konceptgenerering. Förutsättningarna som bakluckan måste uppfylla beskrivs, samt så presenteras två konceptförslag.

4.2.1 Förutsättningar

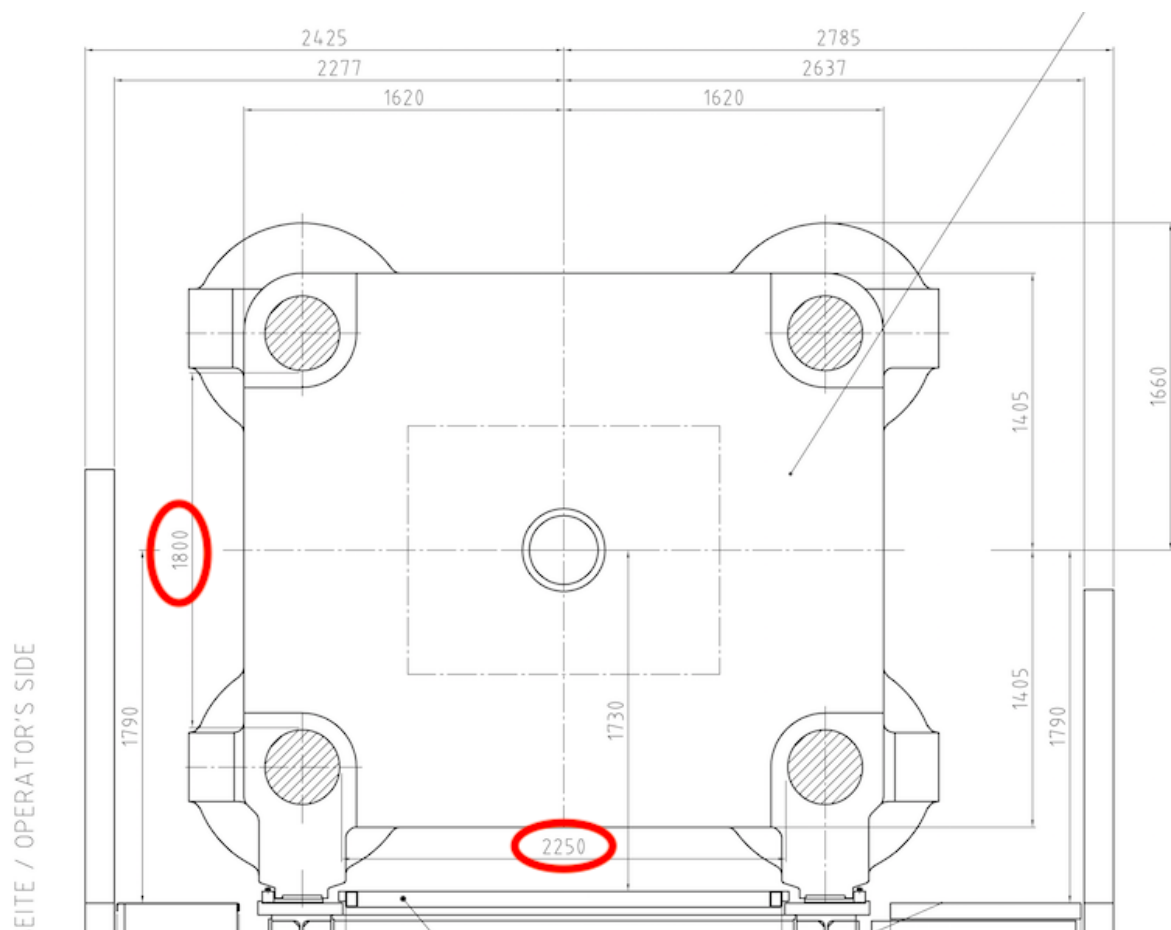
Denna förstudien är till för att påvisa om det går att formspruta en baklucka i plast med Plastals maskiner, samt ligga till grund för ytterligare ett examensarbete som ska konstruera den. Därför försökte man hitta de viktigaste förutsättningarna man bör tänka på inför konstruktionen av bakluckan och listade dem i tabellen 4. Värdena angivna i tabellen är baserade på data man fått från Plastal genom bland annat formsprutningskursen, samt upptäckter som gjordes under benchmarkingen.

Tabell 5. Förutsättningar

Maskinens förutsättningar	
Max vikt per produkt	11-12kg
Max rek. vikt per produkt	8-9kg
Max storlek mask.	2250 x 1800 mm
Max rek. storlek mask.	1850 x 1400 mm
Max låskraft	3200 ton
Förutsättningar på bakluckan	
Områden som måste förstärkas	Stolparna runt bakrutan
Infästningspunkter som måste förstärkas	Fästpunkter för gångjärn och gasdämpare. Låsområdet
Förstärkningar för att öka styvhet	Ribbor Styvhetsfrämjande form
Skottvikt	Får ej överskrida låskraft

Plastals maskiner klarar maximalt att formspruta en artikel som väger ungefär 11-12 kg men Plastals experter rekommenderar att ligga runt 8-9 kg för att vara säkra på ett bra resultat med hög produktion. V90s carrier väger 8,9kg, vilket närmar sig gränsen för rekommenderad vikt per produkt. Men den är tillverkad i en polyester, vilken har en högre densitet än exempelvis polypropen. Då carriern från Cherokee väger 5,6kg, som är en formsprutad baklucka i ungefär samma storlek som V90 bör man ha en god marginal. Så bakluckans massa bör inte vara ett problem.

Den storleken på produkter som Plastal kan formspruta kan max vara 2250 mm i bredd och 1800 mm i höjden men för att minimera riskerna för defekter på delarna och för att slippa efterbearbetning så vill man ha ungefär 200 mm tillgodo på varje sida längs med maskinen, så den rekommenderade max storleken blir 1850 mm i bredden och 1400 mm i höjden. Måtten på carriern från V90 är 1347x1104x757(mm), vilket faller inom dem rekommenderade dimensionerna.



Figur 31, Ritning av Plastals formsprutningsmaskin, Måtten är i mm

Den maximala låskraften för maskinen är 3200 ton, låskraft refererar till den kraften som maskinen kan pressa ihop för att konstruera en del. För att veta om en detalj går att producera så måste man räkna fram dess skottvikt, och för att göra det så måste man ta detaljens projicerade area multiplicerat med materialets tryck. Så för en detalj som skulle vara i en typ av polypropen och ha en projicerad area som skulle likna V90 bakluckan blir skottvikten:

$$C_f = 350 \text{ bars} \times 6962 \text{ cm}^2 = 2436,7 \text{ ton.}$$

Då låskraften för maskinen är 3200 ton så överskrider inte den teoretiska skottvikten för bakluckan maskinens kapacitet.

Förutsättningar på själva luckan som har noterats under benchmarkingen är att man måste göra bakluckan styv samt ha några områden förstärkta så att man har något att skruva in i. Sätt som den måste göras styvare är att lägga in någon sorts av förstärkningar runt bakrutan vid stolparna, detta är för att området blir en svag punkt när man gör bakluckan i plast. När man gör bakluckan i en plast riskerar man även sprickbildning där man monterar högbelastade skruvförband. Därför måste man ha någon typ av förstärkning vid de områdena där man måste skruva fast något, i detta fall blir det där man skruvar in gångjärnen, gasdämpare samt låset. För att bakluckan ska hålla en tillräckligt hög styvhet så bör den ribbas och ha en form som ökar styvheten.

4.2.2 Brainstorming och konceptutveckling

Brainstormingen har skett löpande under projektets gång då det hela tiden har kommit in ny information samt nya upptäckter, men efter att sista bakluckan demonterats och benchmarkats så började man att lägga allt mer fokus åt brainstorming och konceptgenerering.

Efter benchmarkingen så noterade man hur de olika bakluckevarianterna löste de olika problemen som kan uppstå med en baklucka i plast. Problemen man valt att fokusera på är hur man lyckas bibehålla en hög styvhet i bakluckan, samt hur man förser infästningspunkterna för gångjärn, gasdämpare och låset en tillräckligt hög hållfasthet, för att undvika sprickbildning i plasten.

Fyra olika koncept togs fram som tacklar dessa problem på lite olika sätt men som samtliga skulle lösa problemen.

Alla fyra koncepten var baserade på de befintliga bakluckorna i det avseendet att de var tillverkade i tre delar. En main carrier, en ytterpanel och en innerpanel (Figur 33).

Koncept 1 var baserat på Volvos lösning för att förstärka bakluckan på v90 och att testa att etablera den inom formsprutning med en PP.

Fördelarna med detta koncept är att det blir en väldigt lätt baklucka, då man lägger in fem små förstärkningar för infästningspunkterna samt en kolfiberförstärkning på sidorna runt rutan. Nackdelen blir en längre monterings tid för luckan då det är många delar som måste placeras ut och så ökar luckan i pris då man använder dyra material så som kolfiber.

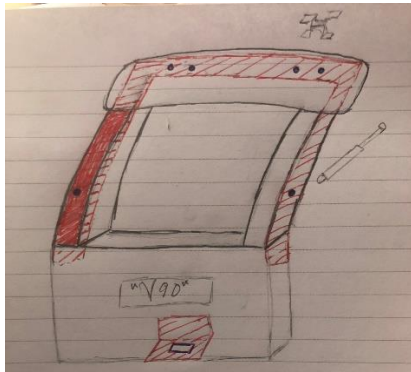
Koncept 2 är baserat på i3an där man har en stor metallförstärkning som täcker alla infästningspunkter förutom den vid låset. Förstärkningen täcker hela övre delen av bakluckan och går ner längst med sidorna. Vid låset behövs en separat förstärkning i plåt.

Fördelar med detta är att man får en kortare monterings tid då det bara är två delar, samt så bidrar förstärkningen med en väldigt hög styvhet till den övre delen av bakluckan. Nackdelen är dock att den blir väldigt tung.

Koncept 3 är baserat på Cherokeen där den har två plåtförstärkningar på vardera sida av bakluckan. Båda förstärkningarna startar uppe vid infästningspunkten för gångjärnen och går sedan ner och förbi infästningspunkten för gasdämparen.

För att försärka låsets infästningspunkt monterar man även här en förstärkning i plåt.

Koncept 4 (figur 32) är en vidareutvecklad variant av koncept 2, då den har en plåt som sträcker sig över ovansidan av bakluckan likt i3an. Skillnaden här är att förstärkningen är mycket smalare och bara täcker de yttre kanterna av bakluckans övre hälft. Då kommer man åt att förstärka samtliga infästningspunkter på så få delar som möjligt och ändå bibehålla en relativt låg vikt.

[illegible]

Koncepten presenterades till Plastal där de bidrog med sin input och sina synpunkter. De påpekade att koncept 1 antagligen inte hade fungerat så bra på grund av den förlängda monterings tiden, och för att de var osäkra hur bra en kolfiberförstärkning hade fungerat med PP-plast, det skulle även bli betydligt dyrare.

Plastal ville även se ett lite mer nytänkande koncept, gärna något som bara bestod av två delar, alltså en ytterpanel och en carrier där en innerpanel inte skulle behövas.

En av de större utmaningarna man stötte på när man tog bort innerpanelen från designen var att få till en tillräckligt styv baklucka med en insida som ändå såg okej ut.

33

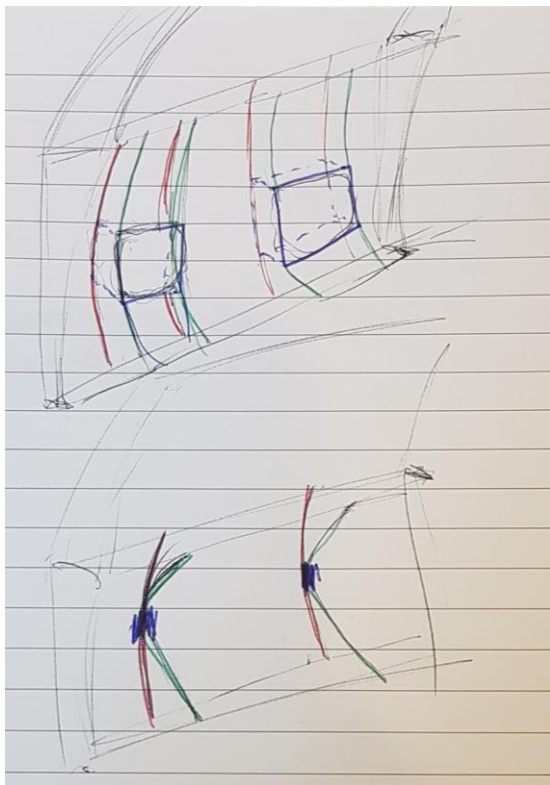
Andra viktiga förutsättningar man tänkte på vid konceptgenereringen var att det skulle finnas plats för kablar, belysning, lås och en öppningsknapp.

De benchmarkade bakluckorna har löst det genom att carriern haft en krater som går ut mot ytterpanelen och därmed bidrar med en yta att limma på (se övre skissen i figur 32). Där fanns då också gott om plats för komponenter.

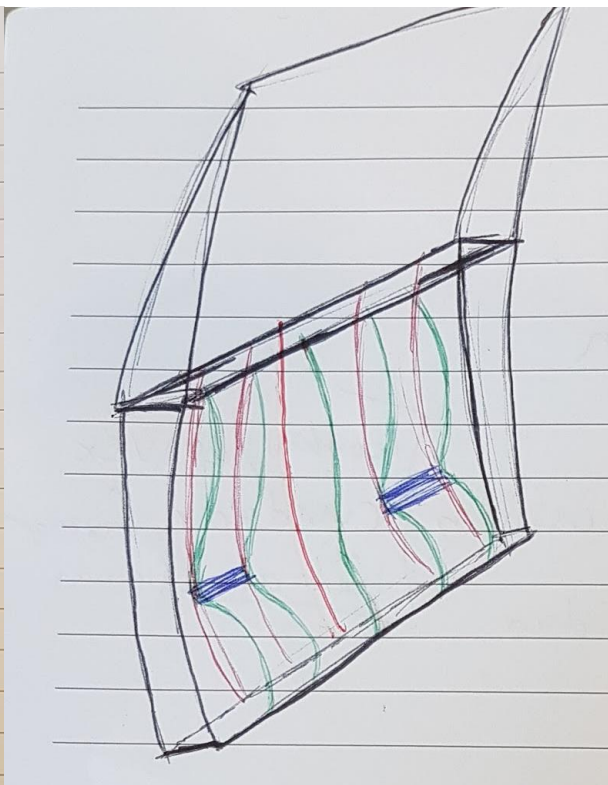
Man ville gärna hitta ett bättre alternativ till kraterlösningen till det 2-delade konceptet då kratrarna inte är särskilt estetiskt tilltalande.

Man började kika på mer avrundade former till carriern och tog fram en konkav skiss (nedre skissen i figur 34). Problemet med den var att det då skulle bli svårt att få plats med kablarna och baklyktorna.

Kort därefter kom de på idén som sedan kom till att bli ett konceptförslag (figur 35), där de röda linjerna är ytterpanel, gröna är innerpanel, och det blåmarkerade är lim.



Figur 34, Idéskiss



Figur 35, Idéskiss

4.2.3 Lösningstabell

Efter benchmarkingen tog man fram en lösningstabell för att presentera de olika lösningarna från de befintliga bakluckorna på marknaden. Idegenereringen resulterade också i att man fick ut ett par alternativa lösningar till problemen. Det i kombination med att man vägde för och nackdelar för de olika lösningarna gjorde att man plockade fram två konceptförslag. Jeep Cherokee visade sig enligt examensarbetarna ha ett par väldigt smarta lösningar, så konceptförslagen är till stor del baserade på Cherokeeen vilket syns i tabellen nedan.

Tabell 6 Lösningstabell

Funktion		i3	v90	Cherokee	Alternativa lösningar	Förslag 1	Förslag 2
Forstärkning för fästen till gasdämpare och gångjärn	Hur ser den ut	En stor som täcker alla fyra fastpunkter	Fyra små enkla plåtar som täcker varsin fastpunkt	Två delar som täcker varsin uppsättning fästen	En smal plåt som går runt och täcker alla fastpunkter	Två delar som täcker varsin uppsättning fästen	Två delar som täcker varsin uppsättning fästen
	Hur är den tillverkad	Helgiuten, lättmetall	Kantpressad stålplåt	Formpressad stålplåt		Formpressad plåt	Formpressad plåt
	Hur är den fast	Limning, polyuretan, automatiserat	Skruvning, manuellt	Limmad (snabblim?) och nitad, automatiserad och manuell		Limmad och nitad, automatiserad och manuell	Limmad och nitad, automatiserad och manuell
	Godstjocklek	1mm	1.5mm	1mm			
Forstärkningsfäste till låset	Hur är den tillverkad	Formpressad plåt	Kantpressad stålplåt	Formpressad stålplåt	En alternativ lösning där området kring låset är förstärkt med ribbor. Låset levereras till produktionen på en plåtförstärkning. Plåtförstärkningen monteras sen med lim/skruv/nitar	Limning, ett snabblim i kombination med nitar	Limning, ett snabblim i kombination med nitar
	Hur är den fast	Limning, automatiserat, (SikaForce® -7570 HP L03)	Skruvning, manuellt	Limning, ett snabblim i kombination med nitar			
	Godstjocklek	1mm	1.5mm	1mm			
Uppbyggnad	Antal lager	Carrier + Ytterpanel + Innerpanel (3 delar)	Carrier + Ytterpanel + Innerpanel (3 delar)	Carrier + Ytterpanel + Innerpanel (3 delar)	Carrier/innerpanel + Ytterpanel (2 delar)	Carrier + Ytterpanel + Innerpanel (3 delar)	Carrier/innerpanel + Ytterpanel (2 delar)
	Vad håller upp styvheten?	Gigantisk metallförstärkning, ribbor, strukturerad carrier, limmad ytterpanel	Mycket ribbor, ingjutna fibermattor i sidostagen, strukturerad carrier, limmad ytterpanel	Stor metallförstärkning, ribbor, strukturerad carrier, limmad ytterpanel		Stor metallförstärkning, ribbor, strukturerad carrier, limmad ytterpanel	Stor metallförstärkning, ribbor, strukturerad carrier, limmad ytterpanel
	Material carrier	PP-GF40	UP-GF25	PP-LGF40			
	Material ytterpanel	Glas, PP-Tx30	PP-EPDM T30	Liknande PP-EPDM, amerikansk benämning			
	Fästning av ytterpanel	Limning, automatiserat, (SikaForce® -7570 HP L03)	Limning, automatiserat	Limning, automatiserat		Limning, automatiserat	Limning, automatiserat
Andra iakttagelser		Anledningen till att förstärkningen i toppen av carrieren är så stor, kan vara pga skapa en viktbalans. Glasen gör att luckans tyngdpunkt hamnar närmre botten.		Mellan förstärkningarna är det fast ett snöre. Vår teori är att det har att göra med krocksäkerheten.			

4.3 Konceptförslag

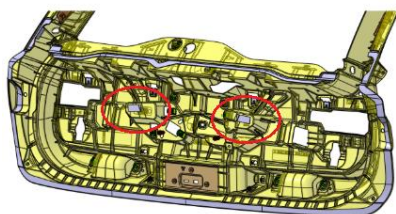
Konceptförslagen man valt att presentera bygger mycket på idéer från de benchmarkade bakluckorna. Båda koncepten är till stor del lika, men med den stora skillnaden på hur många delar man valt att tillverka den av.

I ordning med projektets avgränsningar är illustrationerna i kapitlet ett kommunikationsverktyg för att förklara bakluckans funktioner, och något fokus på design mot slutkoncept har inte gjorts. Båda koncepten är dock tänkta att kunna vidareutvecklas och optimeras för till exempelvis Volvo V90.

4.3.1 Tredelat koncept

Konceptets carrier är tänkt att efterlikna de benchmarkade bakluckorna strukturellt, som alla tre är väldigt lika. Carriern är tänkt att vara formsprutad i en glasfiberförstärkt polypropen, för att upprätthålla tillräcklig styvhet lägger man in ribbor och "kratrar" när man designar den. Carrierns synliga delar ska inte behöva lackeras, utan formsprutas med en ytfinish som är lite knottrig för att dölja eventuella ojämnheter från glasfibret i materialet. För att fästa ytterpanelen väljer man ett lim, förslagsvis Sicas 2-komponentslim, som är starkt, någorlunda flexibelt och vattentätt. Med ett vattentätt lim mellan carriern och ytterpanelen skyddar man elektroniken mot fuktskador.

Limmet appliceras i ytterkanterna på carriern, men även i mitten enligt figurerna 37, 38 samt 39 nedan. Där det är rödmarkerat på carrierna i figuren designar man in en krater som fungerar som ett extra ställe för limmet att fästa vid. Detta kommer i sin tur bidra med att bakluckan blir styvare.



Figur 37, Volvo v90



Figur 38, Jeep Cherokee

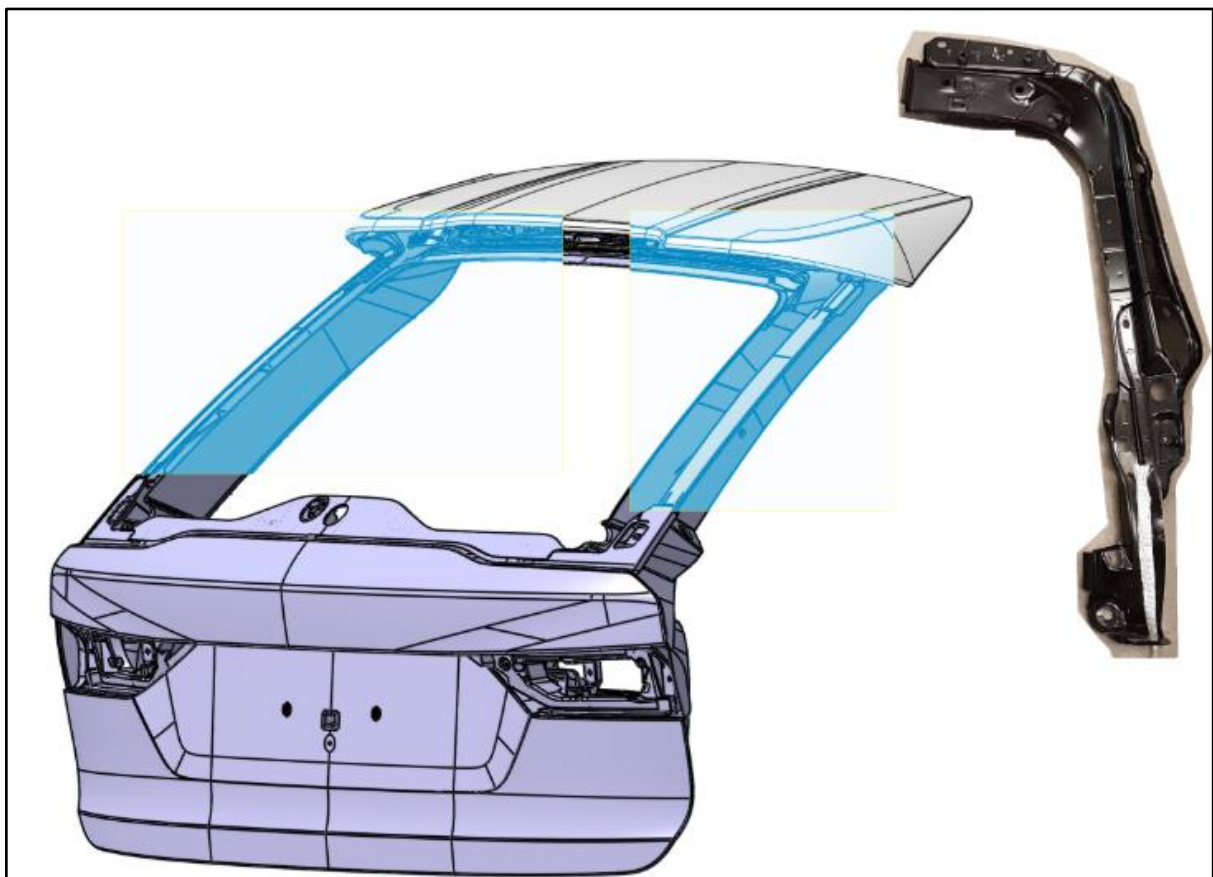


Figur 39, BMW i3

På en stor del av carrierns insida kommer alla kratrar synas och även en hel del ribbor, därför fäster man en formsprutad innerpanel för att täcka det. Innerpanelen är tänkt att fästas med snäppförband och är även den formsprutad. Snäppförbanden kan med fördel vara demonterbara för att underlätta eventuella servicearbeten på elektroniken och låsenheten.

För att förstärka de utsatta områdena har man valt en förstärkningskonstruktion likt den man hittar på Jeep Cherokeeen. Alla förstärkningar är tänkta att limmas på med ett starkt lim med kort härdtid. För att förstärkningarna ska lägga sig rätt bör carriern formsprutas med guidande pinnar som kan matchas med hål i förstärkningarna. Vid behov kan en ytterligare nit eller liknande behövas för att fixera förstärkningarna under härdningsprocessen.

Infästningspunkterna för gångjärnen gasdämparna är förstärkta med en plåt per sida som båda täcker upp varsitt set med infästningspunkter. I figur 40 nedan kan man se var bakluckan från V90 hade blivit förstärkt markerad i blått.



Figur 40, Förstärkning från Jeep Cherokee bredvid en Volvo v90 baklucka

För att förstärka låsområdet kommer man använda sig av en liknande lösning som de befintliga på marknaden. En plåt monterad på området kring låset, som man sedan kan montera låsenheten till.

4.3.2 Tvådelat koncept

Det här konceptförslaget är till stor del likt det som är presenterat ovan. Samma konstruktion för plåtförstärkningarna är tänkt att användas, samt materialvalen är tänkta att vara identiska.

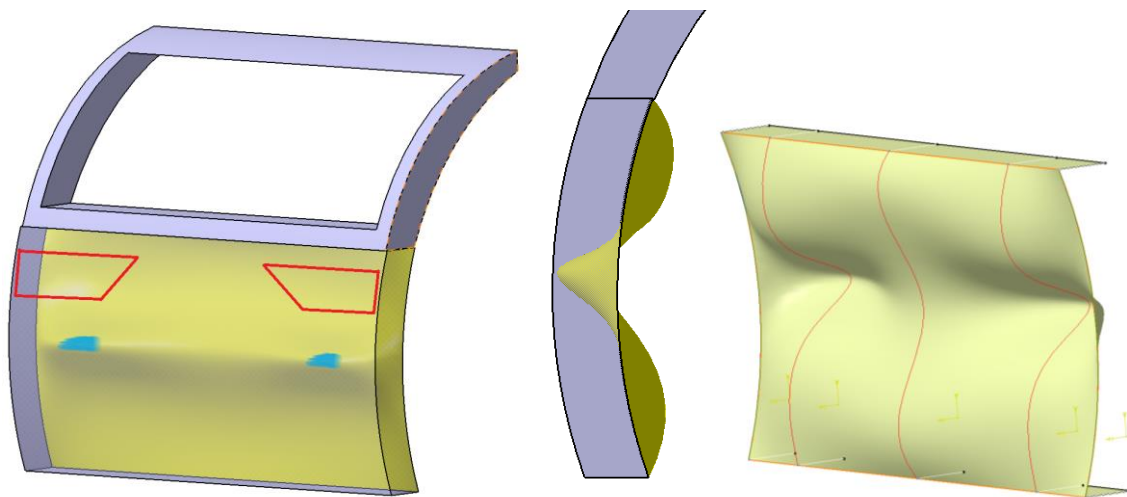
Den stora skillnaden blir vid tillverkningen av carriern. Det här bakluckekonceptet tillverkas utan någon innerpanel, med carriern som enda synliga komponent från insidan.

För att göra detta möjligt kan inte carriern ha samma konstruktion och ribbade struktur som det första konceptet, då det inte är tillräckligt estetiskt tilltalande. Hela ytan på carriern som syns från insidan av bilen kommer ha en jämn och följsam design som inte har några synliga ribbor. Carrierns sida mot ytterpanelen kommer däremot att ribbas upp.

Nedan i figur 41 syns en illustrering som förklarar hur problemet med att få till en punkt att limma i mitten av carriern är löst. Man har valt en bubblig design som går ut och lämnar plats för baklyktor och låsenhet. På två punkter i mitten av carriern går den in och möter ytterpanelen och medför därför två ställen limmet kan appliceras (markerat i blått i figur 41). Mellan limmpunkterna har man lämnat plats för att kunna dra kablar och montera sensorer och elektronik kring nummerskyltsbelysning och öppningsknapp.

Den bubbliga och avrundade formen i designen kombinerat med en ribbad insida bör bidra med den styva struktur som krävs.

För att förhindra synliga sjunkmärken från ribborna på insidan av bakluckan designar man in olika mönster, ofta kallat features. Featuresen kan till exempel vara i form av ränder, kanter avfasningar.



Figur 41, Tvådelat koncept från tre vyer, ritat i Catia

5. DISKUSSION

Det finns gott om utrymme för vidareutveckling av konceptförslagen. Man bör även ha i beaktning när man vid vidare arbete på bakluckekonceptet att författarna bakom förstudien har en begränsad bakgrund inom formsprutning och plast sedan tidigare. Mycket av det som är underliggande för konceptförslaget är slutsatser författarna dragit genom insikter man fått genom arbetets gång, och bygger ofta inte på mätbara krav eller gedigna erfarenheter inom ämnet.

Man fick aldrig heller tillgång till en kravspecefikation för en befintligt baklucka. Det är något man hade velat ha vid fortsatt arbete. Som tillfälligt komplement gjordes en lista på förutsättningar man kunnat använda sig av när man tagit fram konceptförslag.

Konceptförslagen har heller inte genomgått några hållfasthetsberäkningar. Utan konceptförslagens utformning har tagits fram med referens till hur befintliga bakluckor är konstruerade idag. För att utföra tillräckliga beräkningar skulle man förslagsvis först ta fram ett slutkoncept i CAD-format, för att sedan göra en FEM-analys. Först då skulle man veta om bakluckan faktiskt håller måttet. Vilka laster som krävs ska gå att ta reda på genom kravspecefikationer från biltillverkaren, i detta fallet Volvo.

Det finns redan nu ett par osäkerheter med konceptförslagen som bör diskuteras.

Till båda koncepten är man osäker på hur stolpförstärkningarna man valt att tillgå gjort sig på Volvo V90. Jeep Cherokee, modellen man tagit inspiration från har bredare stolpar än bakluckan från V90. Det kan vara så att förstärkningen ser ut som den gör på grund av stolparnas dimensioner. Möjligheterna till att bredda stolparna på bakluckan från Volvo V90 skulle isåfall också kunna ses över.

Angående förstärkningarna har man enbart föreslagit att fästa dem på sätt man sett från benchmarkingen. Man spekulerade också i om man skulle kunna tillämpa någon typ av snäppförband för att fästa dem tillsammans med limmet, men presenterar aldrig det i rapporten.

För att förstärka låset spekulerades det också i om man kunde lösa det utan att montera en plåt. Förslag som då uppkom var att låta låsenheten vara monterad på en plåt, som sedan skulle limmas på plats. Men förslaget lades på is.

Andra anmärkningsvärda spekulationer kring förstärkningarna är Magnas val av förstärkning till BMW i3. En väldigt stor och tung förstärkning för en väldigt liten baklucka. Det skulle kunna ha och göra med det tunga glaset som utger ytterpanelen i den nedre delen av bakluckan.

Vid det tvådelade konceptet presenterades det att dem synliga delarna på insidan av carriern inte ska ha några sjunkmärken. Förslaget som ligger är att man ska mönstra ytan på insidan för att dölja eventuella sjunkmärken från ribborna på insidan. Då ribborna kommer att kunna bli väldigt djupa på vissa ställen kan det bli så att sjunkmärkena syns egenom iallafall.

När man diskuterar det tvådelade konceptet måste man också nämna innerpanelen. Där ligger inte någon grund för en servicelucka för att komma åt insidan av bakluckan. Om det behövs eller inte har inte gjorts någon djupare undersökning på.

6. SLUTSATS

Syftet med projektet var att göra en förstudie för att ta reda på om det gick att formspruta en baklucka med Plastals maskiner och tillgångar. Målet var att ta reda på vilka faktorer som var viktiga för att kunna utföra tillverkningen av bakluckan samt vilka faktorer som var viktiga efter tillverkningen för att luckan ska kunna användas.

En av dom största frågorna till detta projekt är om Plastal med sina befintliga tillgångar kan konstruera formsprutade bakluckor.

Om man skulle tillverka en formsprutad Volvo V90 baklucka så har man kommit fram till att den passar i Plastals maskiner utan att överskrida rekommenderade mått. Skottvikten för luckan är också mindre än maskinens låskraft vilket är ett krav för att kunna formspruta luckan.

Baserat på reaserch av vad som finns ute på marknaden just nu och mötet med Borealis så har man kommit fram till att GB415LF (PP 40% lång glas) bör vara ett av de bättre alternativen för en formsprutad baklucka i plast, då materialet är starkt men även stöttåligt.

För att luckan ska hålla en hög hållfasthet så behövs förstärkningar vid dess utsatta områden vilket är stolparna runt bakfönstret, samt vid bakluckans infästningspunkter mot bilen. Själva luckan måste också ha en design som ger den en hög styvhet genom att vara ribbad vid rätt områden. Hur man ska lägga ut och utforma ribborna tas inte upp i den här rapporten utan kommer gås i genom i ett kommande examensarbete där man målet är att ta fram en konstruktion och design.

Fördelarna med att formspruta en baklucka istället för att ha den exempelvis gjord i plåt är att luckan blir mycket lättare då den är gjord av plast. Långsiktigt så skulle den formsprutade luckan även vara billigare, både för tillverkaren på grund av materialkostnad, men även för slutkonsument i form av bränslebesparingar. Om man kollar fördelarna gentemot en formpressad baklucka är att man sparar tillverkningstid då formsprutade bakluckor inte kräver lika mycket efterbearbetning.

Nackdelen med formsprutning generellt är att det är en stor kostnad att starta upp det då man måste köpa in nya dyra verktyg som är specifika för varje detalj, så det blir endast kostnadseffektivt om man ska tillverka en väldigt hög kvantitet.

Konceptförslagen som har tagits fram både för den 3-delade och den 2-delade är bra utgångspunkter för framtida arbete, då man ser de möjliga att vidarebearbetas för att slutligen kunna tas i produktion.

7. REKOMMENDATION

Inför nästa del av uppdraget och vidareutvecklingen av koncepten så har examensarbetarna tagit fram rekommendationer, och dessa listas nedan. Bakgrunden till rekommendationerna hittar man i resultatkapitlet.

- Max-vikt: För att det ska klara av Plastals maskiner så bör luckan ligga under 9kg.
- Max-storlek: Försök designa bakluckan inom storleken 1850x1400 mm för det är ungefär så stora komponenter Plastals maskiner kan hantera.
- Skottvikten får ej överskrida den maximala låskraften, som i detta fall var 3200 ton.
- Förstärkningar runt stolparna, stolparna är det svagaste området av luckan och bör se till att förstärkas.
- Förstärkningar lär behövas vid infästningen av gångjärn, gasdämpare och för låsmekanismen. För att förhindra sprickbildning i plasten.
- Designa in ribbor för att ge luckan mer styvhet.
- Styvhetsfrämjande design. Genom att ge bakluckans carrier en design som inte är helt platt, utan något "kraterliknande" kan man få den styvare.
- Tänka på släppningsvinkeln, så att luckan enkelt ska kunna plockas ut ur maskinen.
- Om den ska limmas, designa guidelinjer för limmet. Det blir en riktlinje som limcellen kan referera till, så att limmet hamnar på rätt plats.
- Limmet bör appliceras på panelerna, som sedan monteras på carriern.
- Mönstra luckans synliga delar med en läderliknade knottig ytfinish för att dölja eventuella märken från ribborna.
- För att dölja djupa ribbmärken så kan man mönstra och göra så kallade features på motsatta sidan av komponenten.
- Kolla på 2K rotary table, det är en maskin som formsprutar i två steg vilket skulle kunna vara användbart för att dölja väldigt djupa ribbmärken
- Features på panelerna, paneler som ska limmas med hjälp av en limcell behöver ha någon typ av feature som roboten kan referera till.

REFERENSER

Auto Beat. (2014). All-Plastic Tailgate Reduces Mass 30%. Hämtad från:
<https://www.autobeatonline.com/articles/all-plastic-tailgate-reduces-mass-30->

Bruder, U. (2018). Värt att veta om plast. Bruder Consulting.

EDI. (2014). Magna producing first all-olefin liftgate assembly for Nissan Rogue. Hämtad från:
<https://www.ediweekly.com/magna-producing-first-all-olefin-liftgate-assembly-for-nissan-rogue/>

EOS. (2014). Aluminium AlSi10Mg, Material Data Sheet. Hämtad från:
https://cdn0.scrvt.com/eos/public/8837de942d78d3b3/4e099c3a857fdddca4be9d59fbb1cd74/EOS_Aluminium_AlSi10Mg_en.pdf

Inside Composites. (2019). Liftgate success for Magna. Hämtad från:
<https://www.insidecomposites.com/liftgate-success-for-magna/>

Magna. (2018). News Release - Magna's Thermoplastic Liftgate Proves Winning Solution for 2019 Jeep Cherokee. Hämtad från:
<https://www.magna.com/company/newsroom/releases/release/2018/12/19/news-release---magna's-thermoplastic-liftgate-proves-winning-solution-for-2019-jeep-cherokee>

Magna. (2020). Liftgate and Door Modules. Hämtad från:
<https://www.magna.com/products/body-exteriors-structures/product/liftgate-and-door-modules>

Plastics. (2014a). From vision to full-scale production. Hämtad från:
<https://www.plastics.gl/injection-moulding/from-vision-to-full-scale-production-2/>

Plastics. (2014b). Benchmarking Citroën C4 Picasso. Hämtad från:
<https://www.plastics.gl/automotive/benchmarking-citroen-c4-picasso/>

[SABIC]. (2018, April 8). All-plastic Tailgate Design [Videoklipp]. Hämtad från:
<https://www.youtube.com/watch?v=b7mfwfVyuU8>

[SABIC]. (2020, April 8). Tailgate Window Testing with Tough and Virtually Unbreakable LEXAN™ Resin [Videoklipp]. Hämtad från:
<https://www.youtube.com/watch?v=L-7piYrF3o>

Sika. (2019). Provisional Product Data Sheet, Version 2.

Snap Fit Design. (u.å.). Hämtad från:
http://www.gotstogo.com/misc/engineering_info/snap_design.htm

Todays Motor Vehicles. (2014). Magna produces plastic liftgate for Nissan Rogue. Hämtad från:
<https://www.todaysmotorvehicles.com/article/magna-plastic-liftgate-nissan-rogue-41614/>

Repairer Driven News. (2019). 2020 Toyota Supra uses much aluminum, higher-strength steel. Hämtad från:
<https://www.repairerdrivennews.com/2019/01/23/2020-toyota-supra-uses-much-aluminum-composite-hatch/>

BILAGOR

Bilaga 1 Bilder BMW i3 luckan







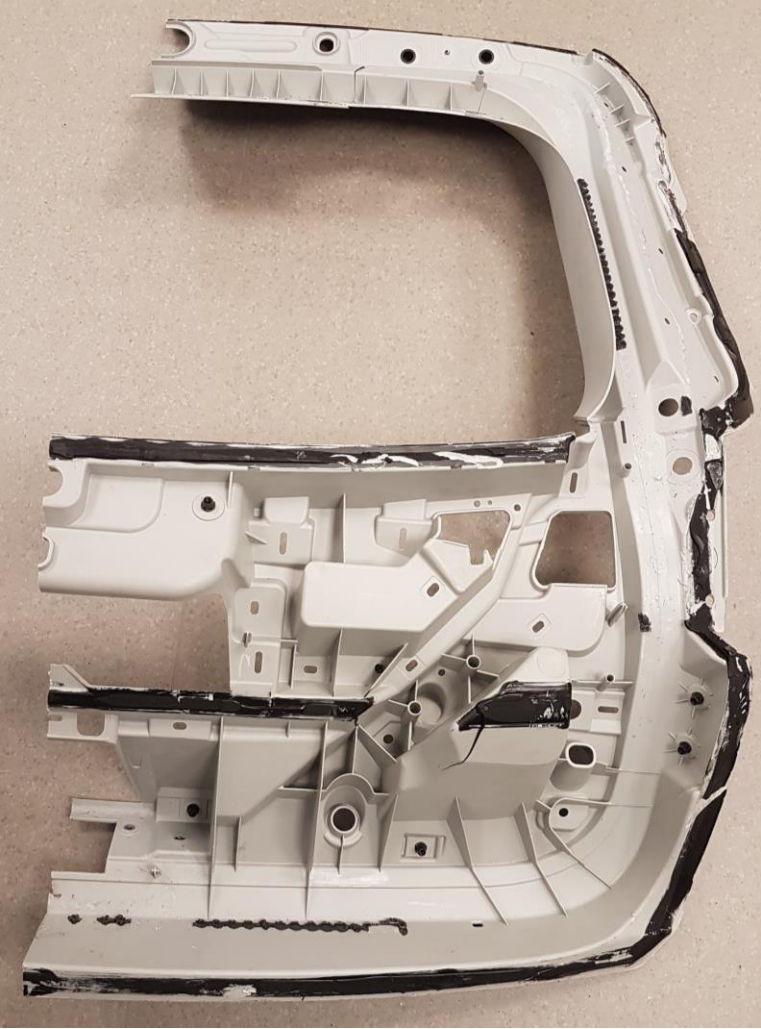


Bilaga 2 Jeep Cherokee

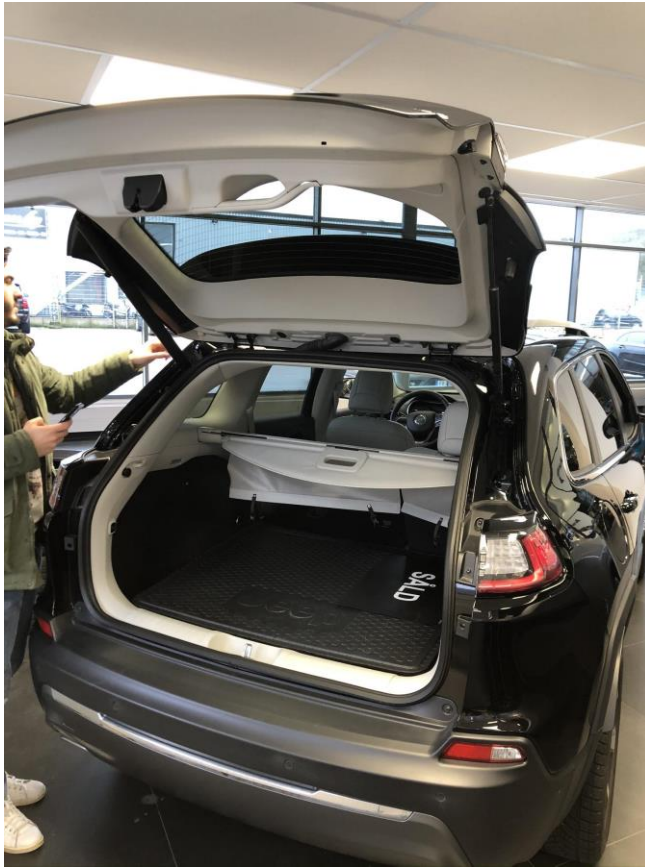








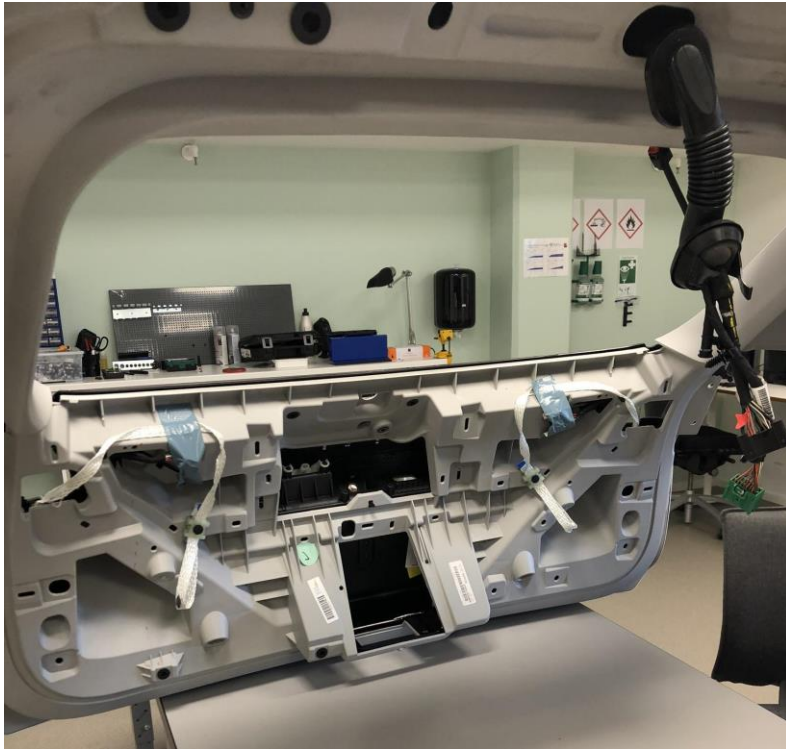




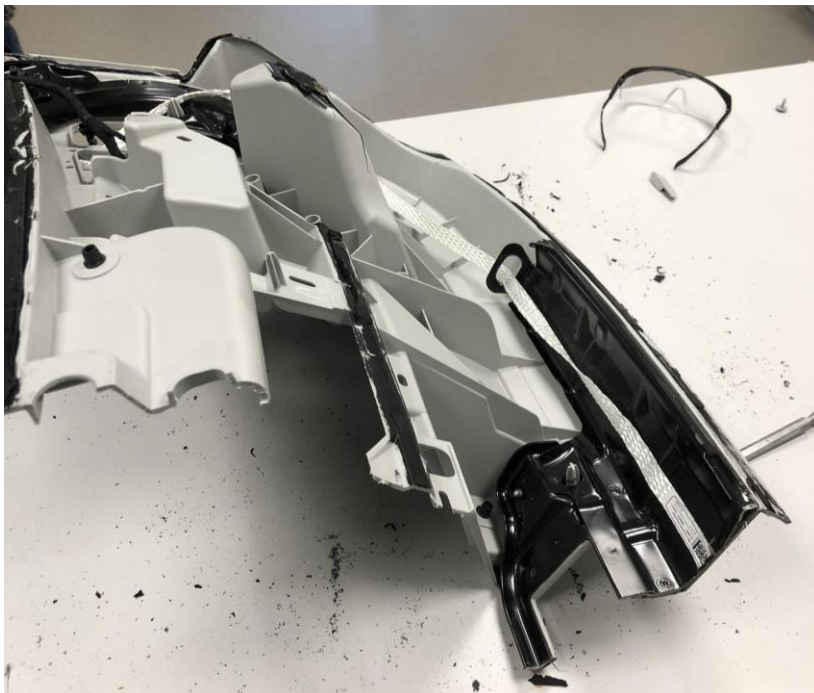












Bilaga 3 Bilder Jeep Grand Cherokee



Bilaga 4 Bilder Volvo v90









CHALMERS