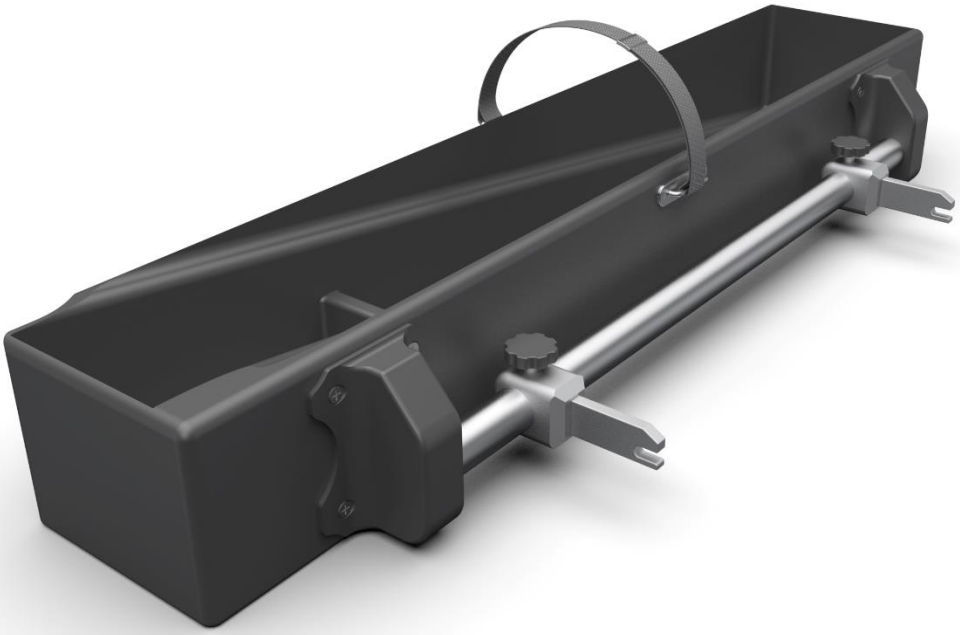
CHALMERS



Utveckling av elsparkcykelhållare till bil

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik

Andreas Qvist
Erik Reenbom

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATRIALVETENSKAP

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se

Examensarbete 2021

Utveckling av elsparkcykelhållare till bil

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik

Andreas Qvist
Erik Reenbom

CHALMERS

Institutionen för Industri- och Materialvetenskap CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA Göteborg, Sverige 2021

Utveckling av elsparkcykelhållare till bil

ANDREAS QVIST
ERIK REENBOM

©ANDREAS QVIST, 2021.

©ERIK REENBOM, 2021.

Handledare: Andreas Dagman, Institution för Industri- och Materialvetenskap

Handledare: Johan Svensson, Conmore ingenjörsbyrå AB

Examinator: Andreas Dagman, Institution för Industri- och Materialvetenskap

Examensarbete 2021

Institutionen för Industri- och Materialvetenskap

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon +46 (0) 31-772 1000

Framsida: Rendering av slutkonceptet.

Göteborg, Sverige 2021

Abstract

The content of this report deals with product development of an electric scooter holder. The main purpose of the project was to develop a holder that was compatible with the majority of electric scooters on the market. But also, capable of preventing dirt and water from ending up on the interior of the vehicle. Through several different product development methods, such as morphological matrices, Pugh, Kesselring and elimination matrices, a final concept was achieved.

The project was carried out for Conmore ingenjörsbyrå AB and the background to the project was that the client wanted a smart way to transport electric scooters. The report therefore includes everything from market research to a finished final concept.

One of the big challenges with the project was to produce all the data needed to make the holder according to the right dimensions so that it was compatible with the majority of electric scooters on the market today. There were also difficulties in collecting data on dimensions regarding both the rear seat and the trunk space in cars, since some car companies would not share this information.

Six different concepts with several different structures and ISOFIX setups were created during the concept generation process, all of which were modeled in the CAD program Catia V5. After the concept selection method had been carried out, only one concept remained, which also became a mockup. The final concept was further developed with the feedback that emerged through the assembly of the mockup.

Sammanfattning

Innehållet i denna rapport behandlar produktutveckling av en elsparkcykelhållare. Huvudsyftet med projektet var att ta fram en hållare som var kompatibel med majoriteten av elsparkcyklarna på marknaden idagsläget, men som även motverkade att smuts och vatten från elsparkcykeln hamnade på interiören i fordonet. Författarna har genom flera olika produktutvecklingsmetoder såsom morfologiska matriser, Pugh-, Kesselring- och elimineringsmatris kommit fram till en mockup samt ett slutkoncept.

Uppdraget utfördes för Conmore ingenjörsbyrå AB och målet var att utveckla ett smart sätt att transportera elsparkcyklar. En av de stora utmaningarna med projektet var att ta fram all data som behövdes för att tillverka hållaren efter rätt dimensioner så att den var kompatibel med majoriteten av alla elsparkcyklar på marknaden idag. Det förekom även svårigheter med att samla in data kring dimensioner till både baksätet och bagageutrymmet, på grund av att en del bilföretag inte skrivit ut denna information.

Sex olika koncept med flertalet olika strukturer och ISOFIX-anordningar framställdes under konceptgenereringen, samtliga modellerades i CAD-programmet Catia V5. Efter koncepturvalet stod ett koncept kvar, denna blev grunden till den mockup som tillverkades. Det slutgiltiga konceptet vidareutvecklades med hjälp av lärdomarna från testningen av mockupen.

Nyckelord: elsparkcykel, elscooter, elsparkcykelhållare, spänningsomvandlare, formsprutning, ISOFIX

Förord

Detta examensarbete har utförts i syfte att möta det växande behovet av tillbehörsprodukter till elsparkcyklar. Det är den avslutande kursen på det 3-åriga maskiningenjörsprogrammet på Chalmers tekniska högskola. Arbetet har pågått under hela vårterminen under 3:e året och omfattar 15 högskolepoäng av totalt 180 högskolepoäng för programmet.
Vi vill rikta ett stort tack till vår examinator Andreas Dagman, som är lektor på avdelningen för produktutvecklingen, institutionen för industri- och materialvetenskap. Han har bistått med hjälp gällande idéer och frågor som har uppkommit under projektets gång. Vi vill även tacka Johan Svensson från Conmore som bidragit med sin expertis inom frågor gällande både tillverkningstekniker och konceptgenerering.

Innehållsförteckning

1. INLEDNING 1

1.1 BAKGRUND 1
1.2 DAGENS MARKNAD 1
1.2.1 Befintliga produkter 2
1.3 MÅL OCH PROBLEMBESKRIVNING 2
1.4 AVGRÄNSNINGAR 2
1.5 PRECISERING AV FRÅGESTÄLLNINGEN 3

2 TEORI 4

2.1 PRODUKTUTVECKLINGSPROCESS 4
2.2 ELEKTRISKT FRAMDRIVNA SPARKCYKLAR 5
2.3 MATERIAL 6
2.3.1 Metaller 6
2.3.2 Polymer 6
2.4 FORMSPRUTNING 6
2.5 FINITA ELEMENTMETODEN-FEM 7

3. METOD 8

3.1 ÖVERGRIPANDE PRODUKTUTVECKLINGSPROCESS 8
3.2 TIDSPLANERING MED GANTT-SCHEMA 9
3.3 FUNKTIONSANALYS 9
3.4 BAKOMLIGGANDE TEKNIKER OCH TJÄNSTER 10
3.5 KRAVSPECIFIKATION 10
3.6 IDÉGENERERING 10
3.7 MORFOLOGISK MATRIS 11
3.8 URVALSPROCESS AV KONCEPT 11
3.9 TILLVERKNING AV MOCKUP 12

4 GENOMFÖRANDE 14

4.1 PLANERING 14
4.2 MARKNADSUNDERSÖKNING AV ELSPARKCYKELANVÄNDARE 14
4.3 MARKNADSUNDERSÖKNING AV ES-MODELLER 18
4.4 MARKNADSUNDERSÖKNING AV BAGAGEUTRYMMEN 19
4.5 KRAVSPECIFIKATION 20
4.6 IDÉGENERERING 22
4.7 FUNKTIONSTRÄD 22
4.8 MORFOLOGISK MATRIS 23
4.9 KONCEPTEN 24
4.9.1 Koncept röd (1) 24
4.9.2 Koncept blå (2) 25
4.9.3 Koncept Grön (3) 26
4.9.4 Koncept Gul (4) 27
4.9.5 Koncept Grå (5) 28
4.9.6 Koncept Orange (6) 29
4.10 ELIMINERINGSPROCESS 30

4.10.1 Pugh-matriser *31*
4.10.2 Viktbedömningsmatris *32*
4.10.3 Betygsmatris *33*
4.10.4 Kesselringmatris *34*
4.11 LADDNINGSMÖJLIGHET 35
4.12 MOCKUP 36
4.13 MATERIALVAL 37
4.14 KOSTNADSKALKYL 38
4.15 SIMULERING MED FEM 39
5. RESULTAT 41
5.1 SLUTKONCEPT 41
6. DISKUSSION 43
6.1 ETIK OCH MILJÖ 44
7 FRAMTIDA ARBETE 45
8 SLUTSATS 46
LITTERATURFÖRTECKNING 47
BILAGOR 49

Förkortningslista

ES	Elsparkcykel
ESH	Elsparkcykelhållare
UV	Ultraviolett
kW	Kilowatt
AC	Alternating current (växelström)
DC	Direct current (likström)
Nm	Newtonmeter
MPa	Mega Pascal
FEM	Finita elementmetoden
CAD	Computer aided design

1. Inledning

Uppdraget är att konstruera och utveckla en hållare för elsparcyklar (ES) som ska användas i bilar. Hållaren ska inte bara vara lättanvänd, den ska även vara trafiksäker och vara konstruerad på ett sådant sätt så att de flesta ES som finns på marknaden idag ska passa i den. Examensarbetet kommer att utföras som ett produktutvecklingsprojekt för Conmore ingenjörsbyrå AB.

1.1 Bakgrund

Användningen av ES har ökat lavinartat under de senaste åren till följd av behovet av att fler vill färdas snabbt, smidigt och mer miljövänligt. Conmore önskade utforska om det skulle vara möjligt att underlätta för de som använder sig utav ES i vardagen. I många städer är det brist på parkeringsplatser centralt, bilägare får då därför ofta parkera utanför stadskärnan. Det finns därför ett potentiellt behov av att kunna ta med sin ES i bilen, in till storstäderna för att sedan använda sig av den för att ta sig mellan olika sevärdheter, butiker och restauranger. Det är även fler och fler städer som förbjuder bilar från att köra genom de centrala delarna för att minska oljud och luftföroreningar. Teoretisk sett kommer detta bidra till den redan ökande marknaden för ES och därför inbjuda till bättre förutsättningar för att sälja tillbehör, som till exempel hållare för ES till bilar.

1.2 Dagens marknad

Det är svårt att kategorisera in alla ES in i en klass i och med att de kan tillhöra olika typer av fordonsklasser beroende på vilken typ av effekt de har. Men den fordonsklass som detta examensarbete kommer arbeta kring är de ES som har 250W motoreffekt eller får inte gå över 20km/h. Dessa räknas som cyklar enligt lag. Alltså måste de vara försedda med broms, ringklocka, belysning och reflexer om den ska ha tillåtelse att färdas i mörkret (Transportstyrelsen, 2013). Det är således alltså därför även då lag på att om du är under 15 så måste du bära en hjälm under din färd. Om ES går fortare än 20 km/h så räknas den som en mopedklass 2. I denna klass så tillkommer det fler regler och lagar. Såsom att den som åker med mopeden ska alltid ha hjälm oavsett ålder, kraftigare bromsar och liknande ska finnas installerat (NTF, 2021).

Men den stora majoriteten av ES på marknaden klassas som cyklar. Det är därför dessa regler och lagar som gäller för cyklar är mer aktuella, alltså att ES kan framföras på vägbana, på vägar under 50 km/h samt på gångbanor men då i naturligtvis i gångfart. (Transportstyrelsen, 2020)

1.2.1 Befintliga produkter

Finns flertalet stöd till ES på marknaden, inga som är anpassade till bilindustrin dock. Ett exempel på en produkt som är ute på marknaden idag är en hållare som du kan placera på väggen och därmed eventuellt minska utrymmet som en ES tar upp. Det finns en viss typ av hållare för de ES som hyrs ut i storstäder, dessa ser till att ES står upprätt och hålls fasts i styret. Dessa hållare är däremot i fel storleksklass för att få plats i bilar. De är heller inte byggda för att det ska gå att fälla ner styret så att de tar mindre plats.

1.3 Mål och problembeskrivning

Syftet med projektet är att utveckla en hållare för att transportera ES i bilar primärt i baksätet men även i bagageutrymmet. Hållaren ska kunna justeras för olika storlekar samt förhindra att ES smutsar ner inredningen. Konstruktionen ska även vara trafiksäker. Den ska alltså vara fastspänd på ett sådant sätt, så att vid kollision så ska den ej kunna lossna och orsaka skada. Slutresultatet ska bestå av en CAD-modell samt en fysisk modell som ska visa på funktion men ej vara en färdig produkt att sälja. Projektet innebär att skapa en hållare som är lätt att montera i bilen. Stora krav följer med detta, ett av kraven är att hållaren ska sitta på plats under hela transporten. Alltså ska den kunna sättas fast med hjälp av det som redan finns integrerat i bilen, samt kunna fästa de flesta hjuldiametrarna som finns på marknaden. Hållaren ska även kunna passa den gemene mannen, därmed ska den kunna installeras i de flesta bilarna. Även ställs kravet på hållaren att den ska vara användarvänlig, alltså ska den passa alla olika personer med olika förutsättningar och teknisk bakgrund. Hållaren ska även vara mångsidig, då den också ska fungera i bagageutrymmet ifall baksätet ej kan användas.

1.4 Avgränsningar

Arbetet på plats på företaget kommer bli begränsat på grund av den rådande pandemin. Detta kommer att leda till begränsningar i kommunikationsförmågan. Projektet kommer inte heller kunna behandlas i en av campusets laborationssalar, detta kommer sätta avgränsningar gällande materialprovning, material och sammansättning av produkten.

1.5 Precisering av frågeställningen

För att uppfylla målet med avseende på att skapa en hållare för sparkcyklar, så kommer följande tre frågeställningar att besvaras:

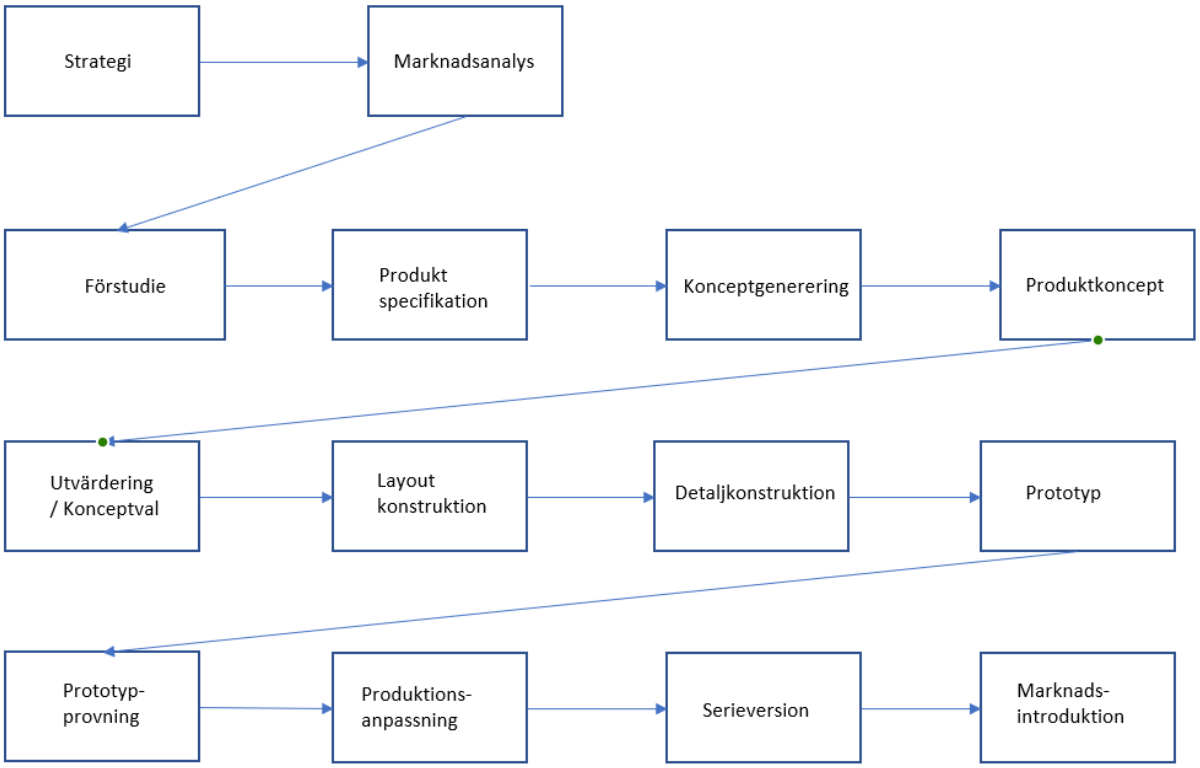
- Hur kan en hållare för elsparkcyklar utformas för att fyra av fem ES från ett stickprov av de populäraste modellerna på marknaden, ska kunna laddas under färd?
- Hur kan hållarens externa dimensioner minimeras samtidigt som den löser grundproblemet?
- Hur kan hållaren förankras så att den inte kan röra sig under färd på ett sätt som skadar bilen eller utgör risk för passagerarna?

2 Teori

Under detta kapitel redovisas teoretiska utgångspunkter och centrala begrepp.

2.1 Produktutvecklingsprocess

Grunderna i ett produktutvecklingsprojekt redovisas i produktutvecklingsflödet nedan.



Figur 1.1. Johansson, H, Persson, J,Pettersson,D, (2018). Produktutveckling: Effektiva metoder för konstruktion och design (2 uppl). Liber.

En produktutvecklingsprocess inleds med att formulera problemet. Detta har föregåtts av en problemanalys vars resultat är själva problemformuleringen (Johansson et al., 2018). När kriterierna är satta så inleds en kreativ syntesprocess, där målet är att generera så många lösningar som möjligt. Därefter påbörjas utvärderingsstudiet, där de tekniska kriterierna är uttryckta i funktionella begränsande termer. Dessa används sedan för att utvärdera lösningen och dess resultat. Alltså, huruvida om dessa är uppfyllda eller ej.

När ovan nämnda process har slutförts så inleds förstudien där marknadsanalyser och patentundersökningar genomförs. Sådana parametrar som till exempel marknadspotential räknas ut tillsammans med den teoretiskt maximala möjliga användningen av produkten. Problemanalysen ska efter detta resultera i en kravspecifikation, där det redogörs vad produkten ska uträtta.

När konceptgenereringen genomförs så tas hjälpmedel till i form av brainstorming och en morfologisk matris. När en eller flera olika tekniska lösningar tagits fram, så måste dessa lösningar analyseras med avseende på bland annat egenskaper och prestanda. Det är alltså denna analysfas som visar vad det framtagna produktkonceptet verkligen kan uträtta (Johansson et al., 2018).

Med hjälp av optimeringsmetoder kan en förbättrad konstruktionslösning tas fram. Detta kan göras på olika sätt, det vanligaste sättet är att konstruktören själv manuellt, med CAD-program, börjar analysera och effektivisera konstruktionen. När det då bara är ett finalkoncept kvar efter elimineringsprocessen, så görs en prototyp eller mockup av detta koncept. Detta genomförs för att undersöka konceptets tekniska funktioner samt för att pröva om dimensionerna är lämpliga.

När detta är gjort så kan eventuella lärdomar från mockupen konverteras till förbättringar på slutprodukten. Dessa kan sedan kombineras med eventuella produktionsanpassningskrav som kan tänkas vara satta. Där kan produkten till exempel behöva anpassas till en specifik produktionsteknik eller metod. Detta kan medföra förändringar både gällande dimensioner samt materialval. När detta är klart så kan eventuell marknadsintroduktion påbörjas samt marknadsföring och analys av produktionsflöden.

2.2 Elektriskt framdrivna sparkcyklar

ES-marknaden har vuxit explosionsartat de senaste tio åren till följd av framstegen inom kompakta elektriska drivlinor. Det har funnits motoriserade ES tidigare, men inte elektriskt framdrivna med lång räckvidd och vridmoment som de har i dagsläget. Detta innebär att det inte finns mycket studier och tidigare produktutvecklingsprojekt inom området. Speciellt inte gällande hållare för ES. Flera försök har gjorts för att hitta liknande arbeten och projekt men utan framgång. De flesta arbeten och undersökningar som gjorts gällande ES handlar om uthyrningstjänsternas påverkan i städerna och om ES kan ersätta bilen i vardagen. Exempelvis så gjorde Hardt och Bogenberger en undersökning 2018 där ett antal personer ersatte sin bil med ES under en tid. De kom fram till att de flesta resorna med bilen kan ersättas med en ES, även fast inte lika mycket bagage tas med.

2.3 Material

Det finns många material som kan vara aktuella i det här projektet, men de finns två grupper som fokusen ska läggas på. Dessa två är metaller samt polymerer.

2.3.1 Metaller

Metall är ett grundämne eller en legering med metalliska egenskaper. Till exempel högledningsförmåga samt god formbarhet. Metaller kan delas in i tre grupper, metaller, halvmetaller och icke-metaller. Av de drygt 100 kända grundämnena är 80 metaller och ytterligare sex så kallade halvmetaller (Metalliska material, 2021). Några av de vanligaste metallerna är Aluminium, Guld, Järn, Koppar, Silver, Tenn och Zink.

2.3.2 Polymer

Plast är uppbyggd av en stor grupp syntetiska eller halvsyntetiska material som används inom alla möjliga industrier. Plast är till stor del uppbyggd av en eller flera av något som heter polymerer som blandats med tillsatser. En polymer är en stor molekyl som består av många små molekyler som bundit ihop sig för att skapa en lång kedja. De små molekylerna som upprepas i kedjan kallas för monomerer.

Plaster kan delas in i två olika huvudgrupper, termo- och härdplaster. Skillnaden mellan dessa plaster från ett egenskapsperspektiv är att termoplaster mjuknar upp vid smältning, och kan därmed formas (Nationalencyklopedin, 2021). Medan härdplaster inte kan smältas ner utan att förstöra dess kemiska struktur. Det är för att vid tillverkningen av plasten så härdas den, vilket namnet avslöjar.

2.4 Formsprutning

Om något ska tillverkas som har varierande geometri så är formsprutning en lämplig metod att använda. Formsprutning bygger på att en plast hettas upp och sprutas sedan in i ett tempererat hålrum som har samma geometri och ytfinhet som den önskade slutprodukten (Plastportalen, 2014). Väl i formen så stelnar plasten på grund av den lägre temperaturen. När detta har skett kan formen separeras. Den består oftast utav två delar som pressas samman under högt tryck. I vissa fall kan mindre efterbearbetning krävas för att avlägsna skäggbildning, vilket är små plastrester som kan bildas i kanten mellan formarna. Formsprutning är lämpat för serieproduktion och har låg produktionskostnad (Plastportalen, 2014).

2.5 Finita elementmetoden-FEM

Finita elementmetoden, FEM, är en datorbaserad metod för att numerisk lösa integrationer och partiella differentialekvationer i fysik och teknik (Nationalencyklopedin, 2021). FEM kan användas för att lösa icke-linjära problem och komplexa problem, exempelvis simulering av plasticitet- och elasticitetsproblem. Med FEM kan deformation av en detalj under belastning observeras i realtid. Det är även möjligt att beräkna spänningen som skapas i materialet. Spänningen beräknas generellt genom att dividera den verkande kraften med arean som kraften verkar på, se följande formel:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

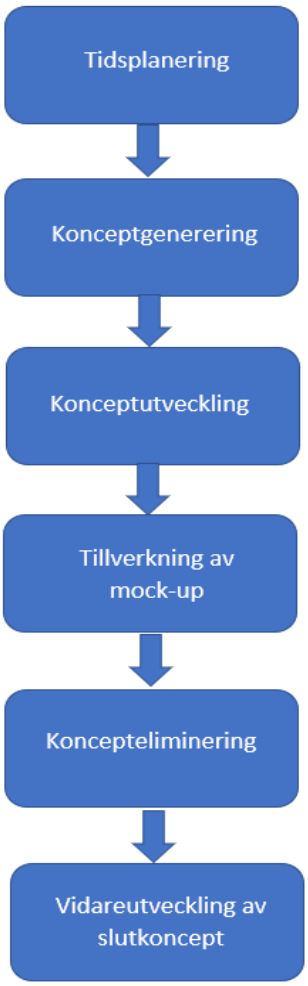
Fördelen med FEM-analys är att verklig testning inte behöver genomföras i samma grad för att säkerställa konstruktionens hållfasthet. Detta bidrar till besparingar kostnadsmässigt, tidsmässigt och resursmässigt (Nationalencyklopedin, 2021).

3. Metod

Metodkapitlet innehåller information gällande arbetsgången för projektet. Kapitlet redogör även användningen av olika datainsamlingsmetoder och alla metoder som använts för att nå det slutgiltiga resultatet.

3.1 Övergripande produktutvecklingsprocess

Projektet inleddes med en planeringsfas där de olika delarna togs fram och struktureras in i ett Gant-schema med deadlines. Detta gjordes för att kartlägga och bestämma huvudproblemen som författarna stod tillmötes, samt ge en förberedelse för detta. Till grund kommer det i början genomföras en marknadsundersökning, följt av en nuläges samt framtida undersökning av projektet i helhet. Kunskap som laddningsmöjlighet, struktur och dimensioner av ES på marknaden var ytterst viktigt att ta fram innan nästa fas startar.
Sedan till en början av projektet genererades tekniska lösningar av de satta avgränsningar och kriterier. Vid framtagandet användes brainstorming samt undersökning av befintliga produkter för att skapa lösningar och idéer.



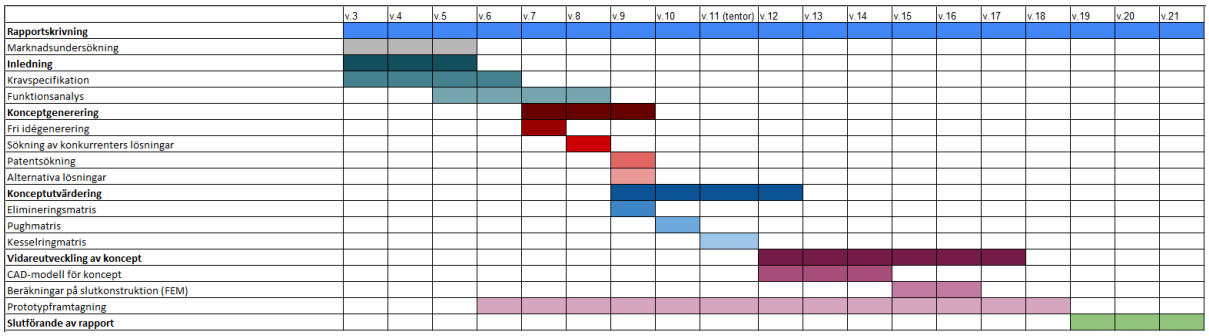
Figur 3.1. Övergripande produktutvecklingsprocess

Med de bästa lösningarna och teorierna satta började konceptgenerering. Där ingår analys om hur dessa lösningar ska implementeras i verkligheten för bästa resultat, samt undersökning av befintliga koncept och produkter. För att göra detta ska en elimineringsmatris användas. Denna matris används för att eliminera de koncept som inte når alla krav. Därefter används pugh-matriser för att fastställa hur väl dessa koncept uppfyller de önskemål som satts upp. Sedan ska en kesselringmatris användas, där är det möjligt att observera hur väl varje koncept uppfyller de önskemål av särskild vikt som tagits fram. Produkten av kesselringutvärderingen blir slutkonceptet, detta kan därmed sedan konstrueras i ett CAD-program (Computer-aided design). Under konstruktionen kommer då undersökning av materialval att utföras. Parallellt med detta kommer konstruktionen av en mockup påbörjas. De brister och problem som upptäcks med utvecklingen av mockupen, kan sedan motverkas under designen av slutkonceptet.

3.2 Tidsplanering med Gantt-schema

Ett Gantt- schema är en typ av flödesschema som beskriver de olika faserna i projektet. Det är grafiskt utformat med tidslinjer för de olika delmomenten i projektet, detta kombineras oftast med färgkoordinering för att underlätta för läsaren.

Tabell 3.1 Gantt-schema



3.3 Funktionsanalys

För att få en bättre bild av vad slutprodukten behöver för funktioner så är det fördelaktigt att genomföra en funktionsanalys. Detta kan exempelvis göras med en flödesmodell eller ett funktionsträd. För detta projekt så är det mer lämpligt att använda ett funktionsträd på grund av att flödesmodellen är mer lämpat för produkter som omvandlar något, exempelvis en tvättmaskin eller en kaffekokare. Ett funktionsträd består av huvudfunktioner, delfunktioner och underfunktioner. Först bestäms en huvudfunktion, denna placeras överst i ”trädet”. Delfunktionerna löper ut ifrån huvudfunktionen och ska hjälpa till att uppfylla huvudfunktionen. Dessa beskrivs med ett verb och ett substantiv, exempelvis ”medge grepp” eller ”rotera trumma”. Till delfunktionerna kan även underfunktioner anges om produkten kräver det.

3.4 Bakomliggande tekniker och tjänster

För att påbörja arbetet behövs information samlas in och bearbetas gällande liknande hållare på marknaden. Under denna process kommer då information tas fram gällande var problemen ligger någonstans, samt vad som urskiljer sig från dem olika märkena som är ute på marknaden idag. Resultaten av all informationsinsamling och behovsidentifieringen sammanställs sedan till en kravspecifikation, som sedan ligger till grund till hur koncepten ska konstrueras och utvecklas.

3.5 Kravspecifikation

En kravspecifikation har som syfte att tydliggöra de krav som produkten ska uppfylla. Kravspecifikationen innehåller även eventuella önskemål som helst ska uppfyllas, men som inte är nödvändiga för att uppfylla produktens huvudsyfte. Kriterierna som ställs upp ska vara kvantifier- och verifierbara samt att deras syfte är att förklara vad som ska uppnås, inte hur (Österlin, 2016).

3.6 Idégenerering

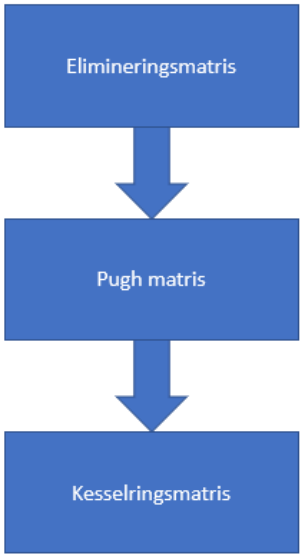
När kravspecifikation har sin fundamentala struktur så kan processen att hitta dellösningsalternativ starta. För att hitta dessa kan tidigare patenterade lösningar och liknande produkter undersökas. En annan populär metod är att använda sig av ”brainstorming”. Denna metod bygger på att personer i gruppen försöker komma på så många olika idéer som möjligt. Detta görs muntligt och kan därför ha som negativ konsekvens att vissa personers idéer lätt blir överröstade. En annan metod som är mer inkluderande kallas ”brainwriting”. Denna bygger på att alla medlemmarna enskilt antecknar lösningar som sedan kan presenteras i grupp. Fördelen med denna metod är att projektmedlemmarna inte kan påverkas av varandras idéer, vilket ger större spridning i det slutgiltiga utbudet av lösningar (Österlin, 2016).

3.7 Morfologisk matris

En morfologisk matris är en utmärkt metod för att lista de framtagna idéerna och lösningarna och sammanställa dessa till färdiga koncept. De bestämda delfunktionerna från funktionsanalysen placeras i matrisens första kolumn medan resten av matrisen fylls ut med idéerna och lösningarna (dellösningsalternativen), som då uppfyller delfunktionerna (Johannesson, et al., 2013, s. 174). För att få en bättre förståelse för dellösningarna så kan bilder inkluderas för varje lösning. De dellösningarna som har listats kan sedan förenas i unika koncept som består av en dellösning till varje delfunktion. Om flera dellösningar har angivits kan det vara av fördel att sortera ut ett antal för att minska mängden möjliga konceptkombinationer. När huvudkoncepten har valts ut kan illustrationer eller 3D-modeller skapas för att tydliggöra deras attribut. De koncept som har genererats kan sedan placeras i en elimineringsmatris som är det första steget i koncepturvalsprocessen.

3.8 Urvalsprocess av koncept

Under urvalsprocessen så kan flera olika metoder användas för att bestämma vilket koncept som ska tas bort och vilka som ska gå vidare. Även slutligen, vilken av finalisterna som är optimal, sett utifrån de parametrar som vägts in. Elimineringsmatris är vanligt att använda i en produktutvecklingsprocess. Det är en matris som har fem olika kriterier, där det första kollar om det valda konceptet löser de problem som tagits fram, den andra om den uppfyller alla krav som tagits fram under kravspecifikationen. Den tredje om den är realiserbar, följt av om konceptet verkligen är säker och ergonomisk. Slutligen kollas även om det finns tillräckligt med information kring det valda konceptet. Om konceptet i fråga inte får godkänt gällande något av dessa kriterier så elimineras de.



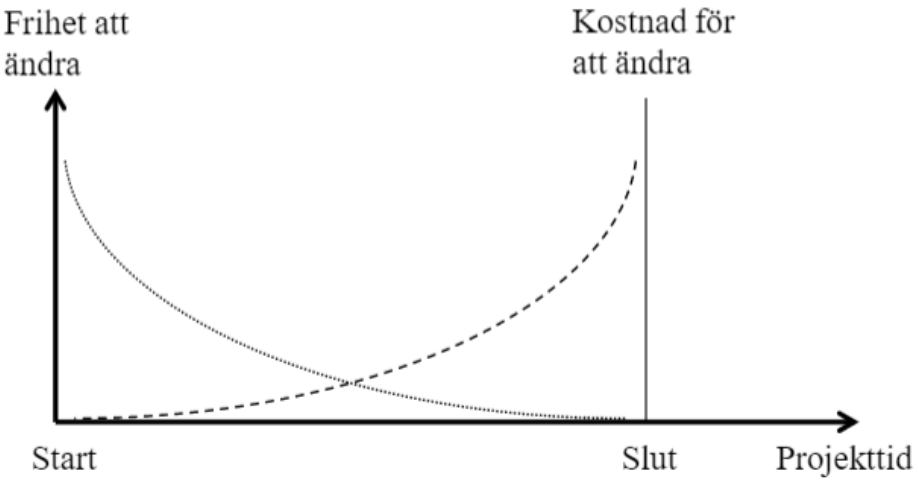
Figur 3.2. Koncepturvalsprocessen

Efter elimineringsmatrisen så går koncepten igenom en Pugh matris, det är en metod för att på ett så objektivt och systematiskt sätt rangordna de bästa koncepterna utefter en rad önskemål som listats. För att kunna ha någon slags referens, så tas ett koncept då ut som då blir som en utgångspunkt. Med hjälp av denna matris så summeras sedan poängen och därmed tas finalisterna fram. Pugh-matrisen hjälper användaren att ta reda på vilket av lösningarna som är mer värderande än de andra. Pugh-matrisens fördel är även att det inte behövs så mycket kvantitativa data för att använda den. Användaren lär sig även mer om önskemålen och dess karaktär när koncepten går igenom Pugh-matrisen.

Slutligen så skapas även en Kesselringmatris till finalisterna som har sammanställts, önskemålen sätts då in. Slutligen så sätts även ett betyg på hur väl varje koncept uppfyller önskemålen, exempelvis på en skala 1-5 där en 5:a betyder att konceptet ifråga klarar önskemålet i högsta möjliga grad. Innan Kesselring-utvärderingen utförs, så skapas även en vikbedömningsmatris. I denna jämförs önskemålen med varandra för att sätta ett värde på hur viktiga de anses vara. Detta görs genom att önskemålen på raderna sätts mot önskemålen i kolumnerna. Här tilldelas händelserna ett värde, ”0” motsvarar att ett önskemål är sämre än det andra, ”0.5” motsvarar att de är likvärdiga och ”1” betyder att önskemålet i fråga värderas högre. Efter detta summeras varje önskemål och totalsumman används sedan för att dividera varje individuell ”önskemålsumma”. De framtagna värdena används sedan då som viktningsvärden i kesselringmatrisen. Liknande Pugh matrisen så finns det även en referens här med. Referensen i Kesselringsmatrisen är dock av ett annat slag. Då det är resultatet av hur ett idealkoncept skulle ge utslag om denna fanns med i uträkningen.

3.9 Tillverkning av mockup

För att kunna utvärdera konceptet grundligt, så är mockup-konstruktion ett användbart sätt. Det är en prototyp som fungerar som en testmodell, där det då är möjligt att se hur allt aktivt fungerar i verkligheten. En mockup är till för att underlätta visualiseringen av idéer samt undersöka om lösningarna verkligen fungerar rent praktiskt och inte bara teoretiskt. Det är även ett bra sätt att upptäcka brister innan det stadiet i designprocessen är nått där det är svårt att göra ändringar utan att det kostar för mycket eller tar för lång tid (se figur 3.3). En mockup behöver inte ha rätt mått eller vara skalenlig. Den behöver heller inte inneha alla aspekter av den tilltänkta produkten.



Figur 3.3 PPU196-TME271 Fö 1. Problemformulering 2020. Hämtad 2021-03-15, frånhttps://chalmers.instructure.com/courses/9898/files/476819?module_item_id=71885. Använd med tillåtelse.

4 Genomförande

I detta kapitel beskrivs utvecklingsprocessen av elsparkcykelhållaren (ESH). Detta innefattar planering av projektet, marknadsundersökningar, skapande av kravspecifikation, idégenerering, konceptframtagning och konceptelimination. Även materialval, undersökning av laddningsmöjlighet och tillverkning av mockup beskrivs i detta kapitel.

4.1 Planering

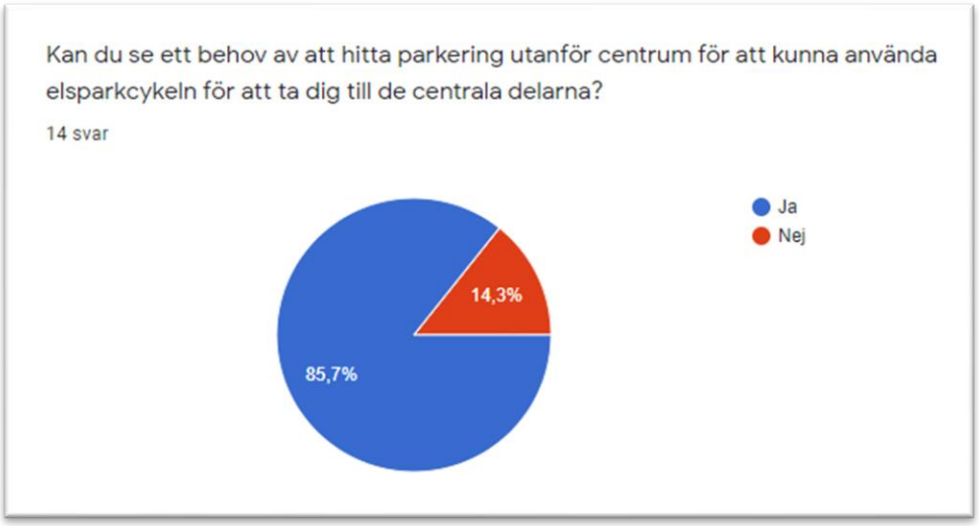
Planeringen genomfördes med hjälp av uppdragsgivarens riktlinjer, en gemensam plan på vad som ska göras och vad som var det förväntade slutresultatet togs fram. Ett Gantt-schema skapades även där det står vilka delmoment som ska göras under vilken tidsperiod och när. För Gantt-schemat, se bilaga 1.

4.2 Marknadsundersökning av elsparkcykelanvändare

För att få en bättre uppfattning om dagens ES-användare så skapades en marknadsundersökning gällande ett antal relevanta frågor. Dessa frågor skickades ut till ES-entusiastgrupper på Facebook via ett online-formulär skapat i Google Formulär. Facebook-inläggen inkluderade en beskrivning av projektet samt en länk till formuläret. I beskrivningen stod det att det tog mindre än en minut att svara på formuläret. Detta var uträknat genom att två test, där alla frågorna svarades på och tiden sedan antecknades. Medeltiden var 54 sekunder, vilket var under målet på 60 sekunder. Det sattes för att hjälpa till att motivera ES-användarna att svara på enkäten. Frågorna löd som följande:

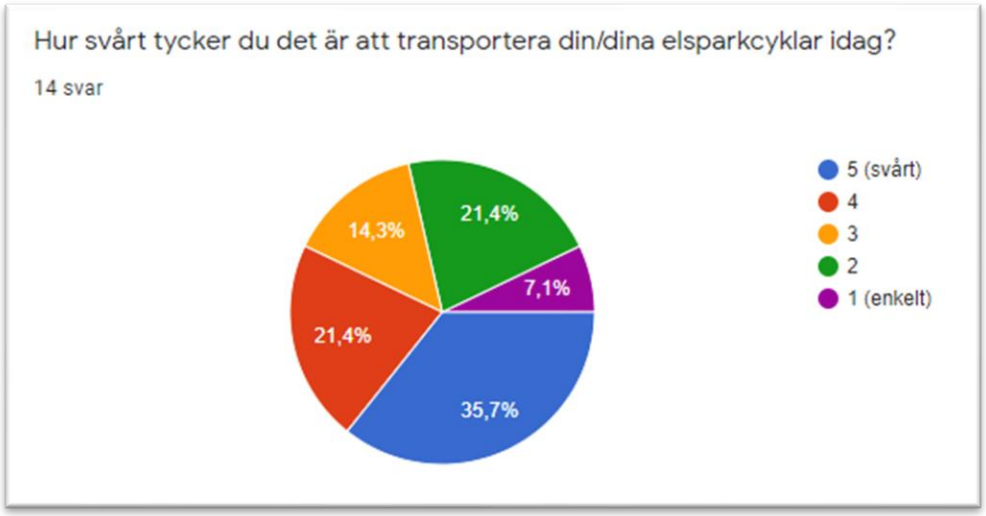
1. Kan du se ett behov av att hitta parkering utanför centrum för att kunna använda elsparkcykeln för att ta dig till de centrala delarna?
2. Hur svårt tycker du det är att transportera din/dina elsparkcyklar idag? (1-5)
3. Om din elsparkcykel går att fälla ihop, vilket av följande alternativ liknar hur din fälls ihop (tre bilder att välja på med olika sorters ES)?
4. Vill du kunna förvara den i baksätet eller i bagageutrymmet (ja/nej)?
5. Ska det vara möjligt att ladda elsparkcykeln samtidigt som den är fastspänd i hållaren under bilkörning?
6. Är detta en bra produkt till tillbehörsmarknaden för elsparkcyklar?

Ett av syftena med detta projekt var att möta ett framtida behov av att kunna parkera utanför staden för att sedan använda sig av en ES för att ta sig in till stadskärnan, därav första frågan. Den skulle även ge en indikation på om fler i samhället har samma framtidsbild av hur förflyttning kan se ut i framtiden. Resultaten för denna fråga var att 85,7% såg ett behov och 14,3% gjorde inte det. Svarsresultatet var en god antydning på att det kunde finnas ett behov för en ESH i framtiden.



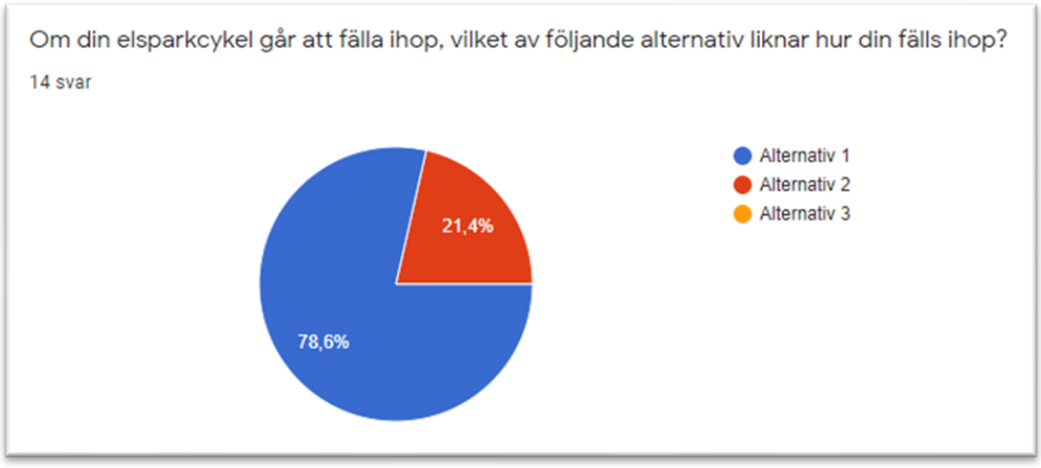
Figur 4.1. Fråga 1 i marknadsundersökningen

För att få en uppfattning om hur besvärligt det är för ES-användare att transportera sina ES så formulerades fråga två. Denna fråga skulle visa på om det fanns tecken på ett behov av en produkt som kan underlätta för ES-ägare att transportera sina ES. Utifrån svaren i figur X.X så kunde en slutsats dras, att ES-användare övervägande tyckte att det är någorlunda svårt eller svårt att transportera sin ES. Precis som fråga två så visade detta på att det fanns ett behov för en ESH på marknaden som var enkel att använda och som underlättade transport av ES.



Figur 4.2. Fråga 2 i marknadsundersökningen

En del i projektet var att anpassa ESH så att så många ES-viktyper som möjligt skulle vara kompatibla med hållaren, fråga tre hade därför tre bilder på olika viktyper och ES-användaren kunde markera en av dessa. Svaren från enkäten visade att de flesta (78,6%) av ES-användarna vek ihop sin ES vid styrets infästning. En mindre grupp vek ihop sin ES innan framhjulet (21,4%). Dessa svar betydde att om ESH kunde anpassas för att kunna användas med båda dessa viktyper så kunde en större marknad nås.



Figur 4.3. Fråga 3 i marknadsundersökningen

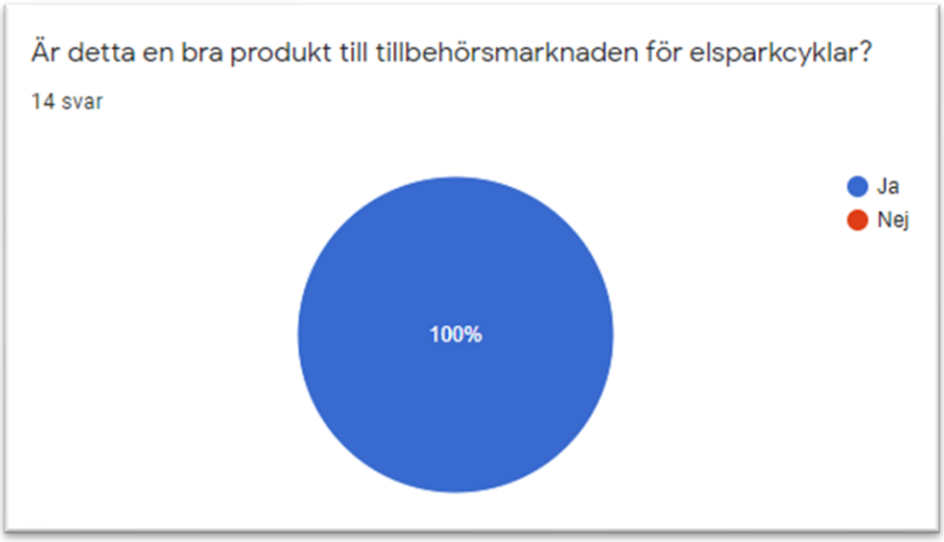
Fråga 4 ämnade till att se vart ES-användare skulle föredra att förvara sin ES. Detta skulle ge en bättre bild av vilken typ av fästsystem som skulle utvecklas till ESH. Exempelvis ISOFIX för baksätet eller öglor med krokar för att fästa i lastöglorna i bagageutrymmet. Svaren från enkäten visade att de flesta skulle föredra att kunna förvara en ESH i både bagageutrymmet och baksätet. Enskilt föredrar 28,6 % baksätet och 28,6% bagageutrymmet. Det optimala hade därför varit att anpassa ESH så att den passar till båda.

Figur 4.4. Fråga 4 i marknadsundersökningen

Ett av grundmålen i arbetet var att undersöka laddningsmöjlighet av ES under färd i en bil. Därför ställdes denna fråga för att överhuvudtaget se om ES-användare skulle vara intresserade av att kunna ladda sin ES i en ESH under färd eller om de klassar det som överflödig funktionalitet. Figur 4.5 visade entydigt att alla som svarade på enkäten föredrog att ha laddningsmöjlighet.

Figur 4.5. Fråga 5 i marknadsundersökningen

Den sjätte sista frågan formulerades för att bekräfta intresset för denna produkt från ES-användare. 100% av deltagarna tyckte att en ESH var en bra produkt för tillbehörsmarknaden.



Figur 4.6. Fråga 6 i marknadsundersökningen

4.3 Marknadsundersökning av ES-modeller

En marknadsundersökning genomfördes gällande ett antal olika populära modeller av ES för att få en tydligare uppfattning om deras dimensioner, laddning, vikfunktion och vikt (se bilaga 2). Dimensionerna är viktiga för att veta hur mycket utrymme som kommer krävas i bilen och hur stor hållaren behöver vara för att få plats med hela ES. Då projektet ämnar erbjuda laddning av ES under färd i hållaren, så samlades även data kring batteriplacering, laddningstid, placering av laddningsport, spänning över batteriet och batterikapacitet.

För att bestämma vilka modeller som var populära så användes hemsidan www.amazon.com, vilket är en av världens största online-marknader. Amazon har marknader i olika länder i hela världen och erbjuder möjligheten att söka efter särskild produkt inom en specifik marknad. Det är även möjligt att se de mest populära, det vill säga, de mest sålda produkterna inom en viss produktkategori. I detta fall så valdes kategorin för ES. För att få god spridning på vilka modeller som var populära undersöktes marknaderna i USA, Tyskland, Japan, China, México och Indien. Den mest populära ES från varje marknad användes i undersökningen. Dessa var av märket Gotrax, Xiaomi, Segway och Megawheels (Amazon, 2021).

Följande beskrivning avser medelvärdena i tabell 4.1. Det viktigaste måttet som söktes var längden på ES, då det blir det största måttet som hållaren måste anpassas till. I undersökning hamnade medelvärdet för längden på modellerna avrundat uppåt till 104 cm. Det var en modell, Segway Ninebot, som var 117 cm lång. Denna hade kunnat användas som det längsta måttet att designa utifrån, men värdet ansågs vara en för stor avvikelse jämförelsevis med medelvärdet. Det är viktigare för projektet att den med säkerhet kommer passa i så många bilar som möjligt. Medelvärdet för bredden på ES (oftast bredden på styret) hamnade på 42 cm och höjden på 40 cm. Den lättaste ES vägde 12 kg och den tyngsta vägde 18,7 kg, vilket gav ett medelvärde på cirka 14kg.

Tabell 4.1. *Medelvärden elsparkcyklar från marknadsundersökning*

Medelvärden elsparkcyklar	
Längd	104 cm
Bredd (styre)	42 cm
Höjd (vikt tillstånd)	40 cm
Vikt	14 kg

4.4 Marknadsundersökning av bagageutrymmen

För att kunna anpassa hållaren till så många bilar som möjligt, är det av fördel att genomföra en marknadsundersökning gällande det tillgängliga utrymmet (se bilaga 3). Till en början samlades data kring vilka bilmodeller som var populärast under Q4 2020 för ett antal länder och regioner utspridda över hela världen. Dessa var Sverige, USA, Japan, Indien, Kina och Europa. Då ingen data kunde hittas som visar på att ES-användare köper en viss biltyp, så ansågs ovanstående metod vara den mest lämpliga för ändamålet. Indonesien var aktuellt till en början på grund av att det är ett land med många stora tätbebyggda städer, men valdes bort på grund av att deras transportmarknad till stor del består av motorcyklar och mopeder (Ipsos, 2020).

För ett fåtal modeller fanns inte dimensionerna för bagageutrymmet angivet. För dessa fick djup, bredd och höjd uppskattas med hjälp av yttermåtten och bilder på bilarna. Djupet i bagageutrymmet uppskattades genom att se på bilder tagna på bilens profil. Det som gick att ta fram från bilderna var förhållandet mellan placeringen av baksätet sett till hela bilens längd, vilket gick att hitta för alla bilmodellerna. Samma metod användes för att beräkna bredden, men istället för att se till baksätet användes hjulhusen i bilder tagna i bagageutrymmet. Bredden av bagageutrymmet jämfördes med hela bilens bredd och sedan kunde ett förhållande uppskattas. Djupet beräknades på två olika sätt. Antingen genom att multiplicera det uppskattade förhållandet mellan bagageutrymmet och höjden mellan underredet och toppen av bagageluckan, eller genom att ta hela bilens höjd från marken till taket och multiplicera med ett uppskattat förhållande. Valet av metod berodde på vilka mått som gick att hitta för den sökta modellen.

Medelvärdet för bredden i bagageutrymmena i modellerna som undersöktes och blev då 112,8 cm. Avrundat nedåt för säkerhet, ger att maxlängden tillåten för hållaren blir 112cm om den ska få plats i så många bagageutrymmen som möjligt (utifrån testresultatet). Medellängden för en ES som utvanns ur marknadsundersökningen av ES-modeller, var 104 cm. Den näst längsta modellen var 108 cm lång. Då 112 - 104 cm = 8 cm, så ansågs det möjligt att utgå från den ES vars längd var den andra längsta. Det var även denna modell som fanns tillgänglig att testa i projektet (Xiaomi Mi M365).

Tabell 4.2. Konstruktionsbegränsande dimensioner

Max tillåten bredd i bagageutrymmet	112 cm
Elsparkcykelns längd (bagageutrymmets bredd)	108 cm
Tillåten väggtjocklek av hållaren + marginal	4 cm

4.5 Kravspecifikation

I starten av projektet så gjordes en kravspecifikation med 14 olika punkter som där både kraven, alltså de specifikationer som konceptet i fråga måste bli godkänd på finns. Men även önskemålen, det är de specifikationer konceptet i fråga helst måste ha om de är möjligt. Önskemålen har även en prioritetsordning som tagits fram genom en Viktbedömningsmatris som ses nedanför, se rubrik (4.10.2).

Tabell 4.3. Del ett av kravspecifikation

Nr	Kriterium	Krav/önskemål
1	Livslängd >3år	K
2	Trafiksäker, ingen sprickbildning eller deformation i ISOFIX-infästningen vid en krock i 50km/h (10143N)	K
3	100% återvinnigsbar	Ö5
4	Ska kunna installeras av max en person, testas med grupp av fem personer av olika längd och styrka. 100% av gruppen ska kunna inst	K
5	Vattentålig, ska kunna hålla 3 dl vatten utan att läcka eller absorbera vattnet	K
6	Skydda bilen från smuts och vätskor, inget spill utanför formen under färd	K
7	Universal laddmöjlighet, alla modellerna i kunderundersökningen ska gå att ladda i hållaren	Ö4
8	Skall vara kompatibel med de flesta elscootrar på marknaden. Maxdimensioner: längd 108cm, bredd 19cm, höjd 53cm	K
9	Inge premiumkänsla, minst 80% av en grupp på minst 5 personer ska tycka att den inger kvalitetskänsla	Ö2
10	Prisvärdhet, fem personer ska tycka att den är prisvärd jämfört med priset för en elsparkcykel	Ö4
11	Lätt att rengöra, ska ta mindre än tre minuter att göra rent hela hållaren	Ö3
12	Enkel ISOFIX-låsning, minst 80% av en grupp på minst fem personer ska tycka att det är enkelt att justera ISOFIX-fästena	K
13	Hållaren ska kunna stå stadigt upprätt i både bagagen och i baksättet i de bilar som har tillräckligt stort utrymme, under vanlig bilfärd	K
14	Ska inte bidra till slitage av inredningen under produktens livslängd, >3år	K

Tabell 4.4. Del två av kravspecifikation

Nr	Verifieringsmetod	Referens
1	Beräkningar/test	Catia, Edupack
2	Beräkningar	Catia
3	Sökning i matrialbas	Edupack
4	Test	Test av diverse försökspersoner
5	Design, Catia	Catia, edupack
6	Design	Catia
7	Design	Catia
8	Beräkningar/test	Catia, samt test av diverse försökspersoner
9	Test	Test av diverse försökspersoner
10	Sökning i matrialbas/Beräkningar/test	Catia,Edupack, samt test av diverse försökspersoner
11	Sökning i matrialbas/Beräkningar/test	Catia,Edupack, samt test av diverse försökspersoner
12	Test	Catia
13	Design, Catia, test	Catia
14	Catia, test	Catia

Det första kravet är kravet på livslängd på över 3 år, användaren ska därmed kunna använda slutkonceptet i mer än tre år. Detta ställer krav på både att den ska kunna användas varje dag i praktiken utan att gå sönder. Samt att den ska vara skapad i sådant material att den fortfarande har samma starka struktur som den hade när den producerades.

Det andra kravet är på trafiksäkerheten, den bygger på att hållaren ska klara av en krock i 50 Km/h. Det blir en kraft på omkring 10000 Nm (Newtonmeter) som strukturen måste hålla för enligt uträkningen nedan.

Medelvärde för elsparkcyklars vikt: 14kg
Uppskattad vikt för hållare: 7kg
Säkerhetsfaktor Ns sätts till 1.5

Mtot = 7 + 14 = 21kg

Då ISOFIX-fästena är testade för 50km/h (13,9m/s). källa

Som en förenkling kommer beräkningar endast att göras på en fullständigt oelastisk stöt.
Detta kan liknas vid en frontalkrock i en solid vägg som inte absorberar någon kraft.
Däremot uppskattas det bilen har en deformationszon på 0,3m.

Medelhastigheten vid en inbromsning kommer bli $\frac{\nu}{2}$. Detta ger:

t = $\frac{2s}{\nu}$

a = $\frac{\Delta\nu}{\Delta\nu} = \frac{\nu}{t} = \frac{\nu^2}{2s} = \frac{13,9^2}{(2*0,3)} = 322m/s^2$

$F = ns * m * a = 1,5 * 21 * 322 = 10143N$

Det fjärde är ett krav som är kopplat till den framtida användaren. Där hållaren ska kunna vara så kompatibel, så att en enstaka person ska kunna installera hållaren utan problem in i fordonet. Förutom detta så ska även hållaren bistå som skydd för interiören som vi ser som krav nummer 6, för att detta ska vara möjligt så måste den även vara vattentålig med en specifikation på att kunna ta minst 3 dl vatten (Krav 5). Detta ställer även krav på strukturen på konceptet samt på materialet, då de inte får absorbera vattnet eller korrodera när det utsätts för vattnet.

Det åttonde kravet säger att hållaren ska passa och vara användarvänlig för de flesta ES på marknaden. Enligt marknadsundersökningen så betyder detta att en ES som har en total längd på 108 cm, bredd 19 cm och en höjd på 53 cm ska kunna passa i hållaren.

Det 12:e kravet cirkulerar kring användarfrågan av ISOFIX-fästena, där minst 80 procent av en grupp av fem utvalda personer ska tycka att den är bra gällande justerbarhet. Hållaren ska även stå stadigt och vara robust i bilen oavsett om den är placerad i baksätet eller bagaget (krav 13), dock inte på ett sådant sätt så att den skadar bilen så slitage uppstår (krav 14).

4.6 Idégenerering

Inledningsvis började arbetet med att generera olika idéer på ett strukturerat sätt, i denna process användes ”brainstorming” samt kravspecifikationen som tagits fram i ett tidigare skede för att väcka tankebanor om vilka funktioner och problem som behöver avklaras med hjälp av lösningarna. När ett antal lösningar hade tagits fram, då startade arbetet med att göra en morfologisk matris. Där då dellösningarna togs fram med hjälp av ”brainstormingen” (se rubrik 4.8).

4.7 Funktionsträd

Enligt kapitel 3.3 så var det fördelaktigt för projektet att genomföra en funktionsanalys för att få en bättre förståelse för produktens olika funktioner. I kapitel 3.3 beskrivs det även att ett funktionsträd är den mest lämpliga metoden för att tydliggöra de olika funktionera för en ESH. Huvudfunktionen för ESH var att ”förhindra att elsparkcykeln smutsar ner i bil”.

Figur 4.7. Funktionsträd

Detta sattes som huvudfunktion på grund av att det var själva målet med projektet, inte bara att skapa en hållare, utan även en som kan förhindra nedsmutsning av bilen. Detta ledde sedan till delfunktionerna som var ”fixera elsparkcykel”, ”infästning av ISOFIX” och ”fastspänning av elsparkcykel”. ”Fixera elsparkcykel” syftar på själv utformningen av hållaren, det vill säga att den ska se till att begränsa elsparkcykelns rörelser. ”Fastspänning av elsparkcykeln” är en dellösning för att helt och hållet säkra att elsparkcykel inte ges möjlighet att lämna hållaren under färd i bil. Detta skulle gå emot huvudfunktionen samt skapa en fara för passagerarna i bilen. Sista delfunktionen, ”Infästning av ISOFIX”, avser att hållaren inte ska kunna röra sig fritt i bilen under färd. Precis som den tidigare nämnda delfunktionen så är detta på grund av att den inte ska kunna utgöra en fara för passagerarna i bilen.

4.8 Morfologisk matris

Det första utkastet som ses nedan var en morfologisk matris som var en 6*6*6 matris, som där med alltså innehåll 216 olika lösningar och kombinationer.

Tabell 4.5. Den ursprungliga morfologiska matrisen.

Delfunktion	Dellösningsalternativ					
Fixera elsparkcykel	Lutande försänkning med utrymme för fotplattan och stopp för bakjhulet	Två hållare för hjulen placerade på en stång för justering i sidled	Sidleds lutande försänkning från långsida till långsida	Två hållare för hjulen placerade på en försänkt skena med justering i sidled	En lång och smal försänkning i en form där hjulen kan placeras	En form av låda där elsparcykeln skjuts in på ena kortsidan och som har en öppning på ovansidan där styret kan sticka upp
Infästning av ISOFIX	Skruvfästning på stång med justering i sidled. Justering av ISOFIX i sidled fungerar för hand men begränsas med hjälp av friktion när hållaren skuts i sidled.	ISOFIX fäst på var sin stång som är placerade i en skena. Skenan har fack nedåt som skapar en låsfunktion i sidled när ISOFIXen böjs nedåt.	Skruvfästning i skena med justering i sidled	Trädd på stång med justering i sidled	ISOFIX fäst i låstsprint som låses fast med rotation i valfritt hål i skenan som är fäst i hållaren	ISOFIX fastskruvad i gångjärn i hållaren
Fastspänning	Kapellsträckare i gummi i ändan på textilband	Remmar i textil med plastisk infästning, liknande fästningen på en ryggsäck	Textilband med krok som fäster i ögla på hållaren	Remmar vävda i polyester som säkerhetsbälten	Läderremmar med bältesspänne	Textilrem med stålknappinfästning

Det första utkastet innehöll dock för många lösningar och kombinationer som i praktiken inte skulle fungera. Vilket gjorde att dellösningar eliminerades i den slutglitliga matrisen. “ISOFIX fastskruvad i gångjärn i hållaren” sektionen åkte bland annat bort på grund av att den inte skulle vara justerbar i sidled. Remmar vävda i polyester som säkerhetsbälten gick även den bort på grund av den markanta höjda kostnad som detta skulle innebära för eventuell produktion. Se fullständiga bilder och kommentarer på dellösningarna i bilagorna 3 till 5.

“Läderremmar med bältesspänne” gick även den bort då den i praktiken skulle vara för krånglig att fästa och lossa för användaren. Detta gällde även den sista “Textilrem med stålknappinfästning” där den gick bort både på grund av föregående anledning samt för att den inte skulle kunna klara av kraften vid en plötslig skarp sväng under färd. Skulle den vara så stark att den klarar det så kommer den vara för svår att lossa på för användaren.

Den nerskalade matrisen med förre dellösningar ses i tabell 4.6. Den nya matrisen blir där med en 6*5*3 matris, alltså blir det 90 olika konceptlösningar. På grund av projektets tidsram så valdes endast sex koncept ut av de 90 olika lösningarna. Det slutliga urvalet av koncept gjordes genom att skapa ett koncept som innehöll en av varje dellösning gällande fixering av ES. Exempelvis så passar en lutande försänkning både med gummistropp och med krok. Konceptet som byggde på en ”sluten” låda hade kunnat använda alla dellösningar gällande infästning av ISOFIX då sidan av hållaren var helt slät.

Tabell 4.6. Den slutgiltiga morfologiska matrisen

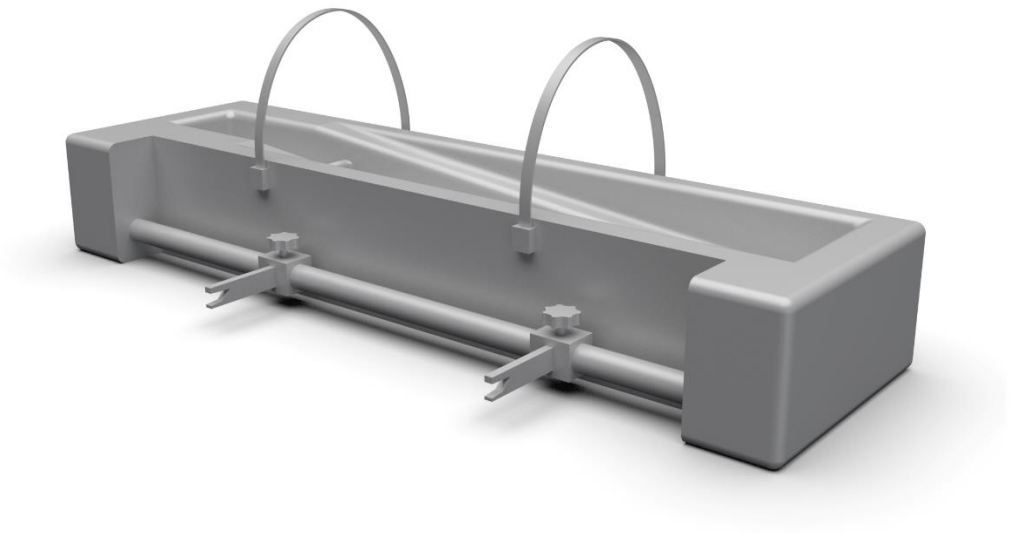
		A	B	C	D	E	F
	Delfunktion	**Dellösningsalternativ**					
1	*Fixera elsparkcykel*	Lutande försänkning med utrymme för fotplattan och stopp för bakhjulet	Två hållare för hjulen placerade på en stång för justering i sidled	Sidleds lutande försänkning från långsida till långsida	Två hållare för hjulen placerade på en försänkt skena, där den ena hållaren är försedd med hjul som går i spår i med justering i sidled	En lång och smal försänkning i en form där hjulen kan placeras	En form av låda där elsparcykeln skjuts in på ena kortsidan och som har en öppning på ovansidan där styret kan sticka upp
2	*Infästning av ISOFIX*	Skruvfästning på stång med justering i sidled och höjdled. Justering begränsas med hjälp av skruvfunktion som trycker mot stången vid rotation.	ISOFIX fäst på var sin stång som är placerade i en skena. Skenan har fack nedåt som skapar en låsfunktion i sidled när ISOFIXen böjs nedåt.	Skruvfästning i skena med justering i sidled	Trädd på stång med justering i sidled och höjdled. Justering av ISOFIX fungerar för hand men begränsas med hjälp av friktion när hela hållaren skuts i sidled under bilfärd.	ISOFIX fäst i låstsprint som låses fast med rotation i valfritt hål i skenan som är fäst i hållaren	
3	*Fastspänning*	Gummistropp i ändan på textilband	Remmar i textil med plastisk infästning, liknande fästningen på en ryggsäck	Textilband med krok som fäster i ögla på hållaren			

4.9 Koncepten

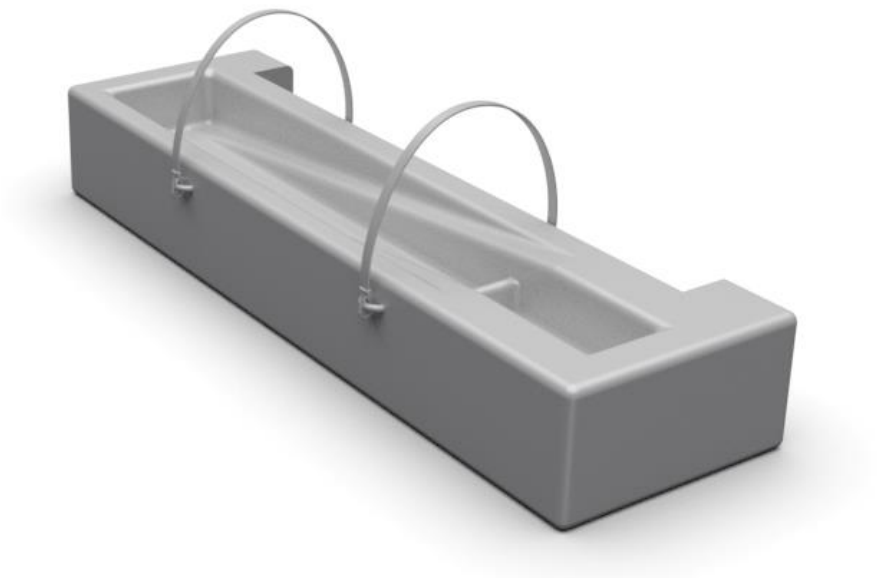
Nedan listas information kring varje framtaget koncept.

4.9.1 Koncept röd (1)

Koncept Röd har en struktur där innanmätet bygger på en nedgående slutning. Vilket gör att den är kompatibel till både de ES som viker upp framhjulet vid transport, samt de där bara handtaget viks ned. För att låsa ES i rätt position i hållaren så finns en inbyggd förhöjning som stoppar ES bakhjul från att röra sig i sidled. Detta kombineras med en ISOFIX-fästning som är ställbar i både sidled och vertikalt med hjälp av en skruvanordning som bygger på att friktionen stoppar anordningen, och därmed hållaren från att förflytta sig. Fastspänning sker med ett textilband med krok som fästs med hjälp av en ögla som finns placerad på hållarens sida.



Figur 4.8. Baksidan av koncept röd

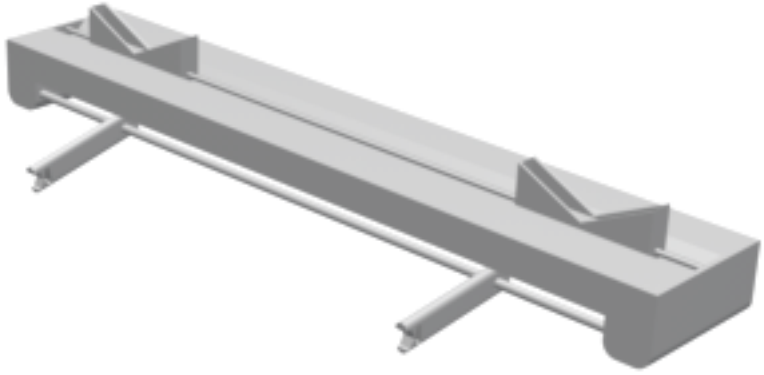


Figur 4.9. Framsidan av koncept röd

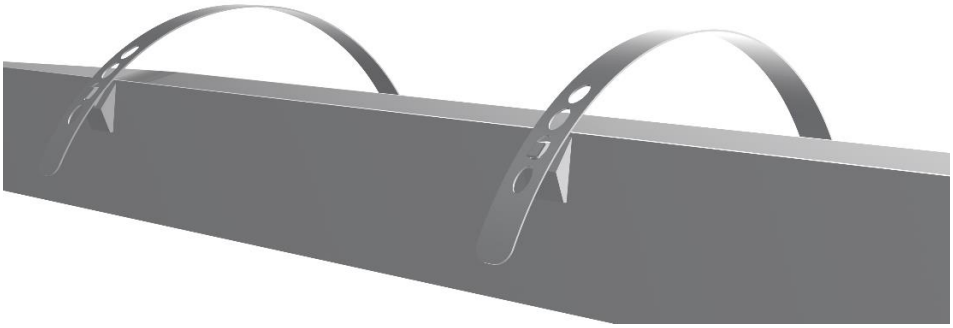
4.9.2 Koncept blå (2)

Koncept blå är en hållare som består utav två gripklor som är placerade på en cirkulär stång som är till för att greppa om däcken på ES och därmed inge stabilitet. Detta gör det även möjligt för användaren att justera själva hållaren i höjdled, vilket gör det möjligt att få in alla olika slags ES oberoende på dess längd. Dess struktur gör även att användaren slipper bära in den i bilen, istället så blir det en tryckkraft som behövs för att installera ES. Användaren sätter in framdäcket in i griparen längst in och sedan trycker ES framåt tills bakdäcket fäster på den andra.

ISOFIX-fästningen justeras med hjälp av handkraft och begränsas med hjälp av friktionen från stången. Fastspänning sker med hjälp av gummistroppar, vilket används till exempel för att fästa kapellen på lastbilar.



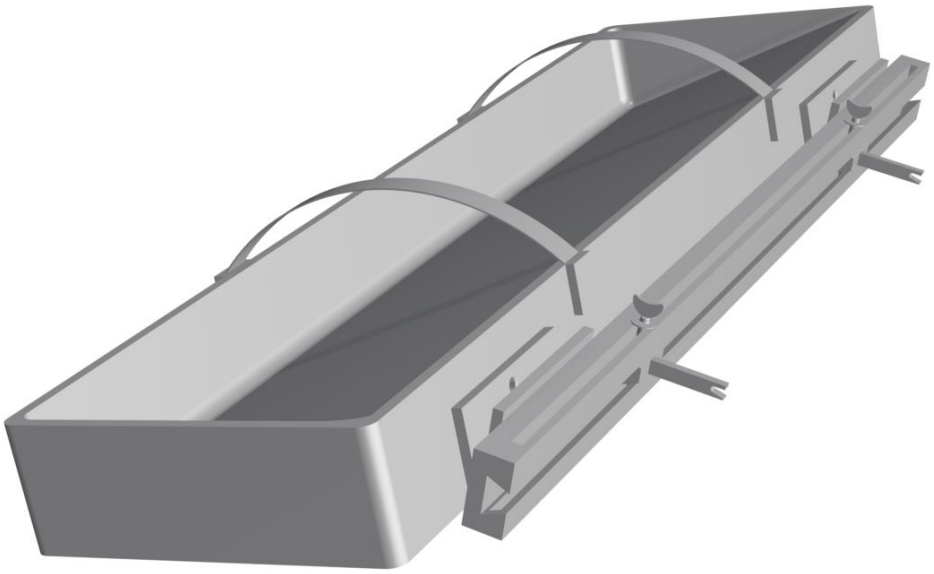
Figur 4.10. Baksidan av koncept blå (utan fastspänning)



Figur 4.11. Illustrering av fastspänning för koncept blå

4.9.3 Koncept Grön (3)

Koncept Grön består av en hållare som har en sidledes lutande förankring som går från långsida till långsida. Där läggs ES i sidposition för att sedan spännas fast med hjälp av en spännanordning som består av en gummistropp i ändan på ett textilband. ES fästningen består av en skruvfästning i en skena som du då kan justera i sidled.

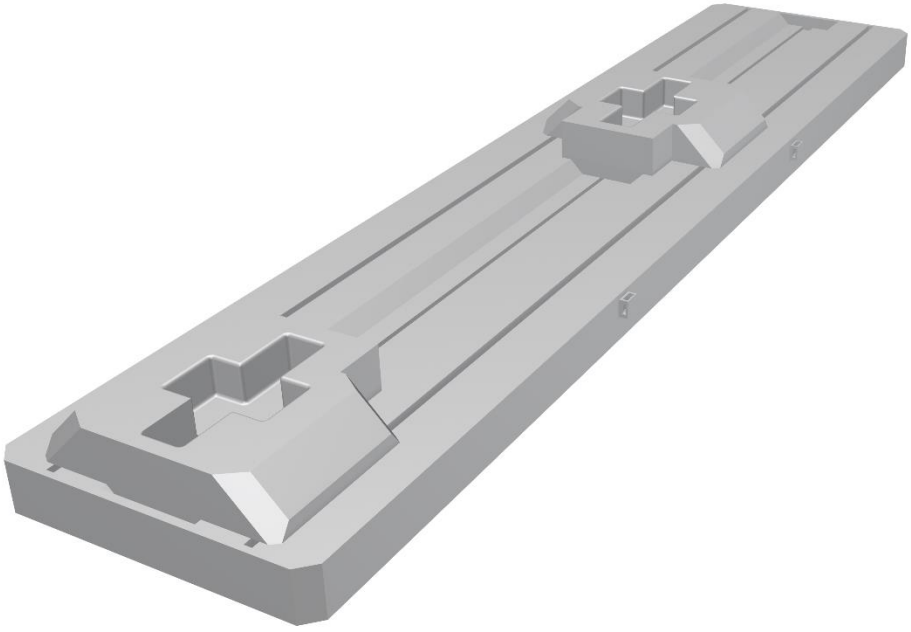


Figur 4.12. ISOFIX-infästning på baksidan av koncept grön

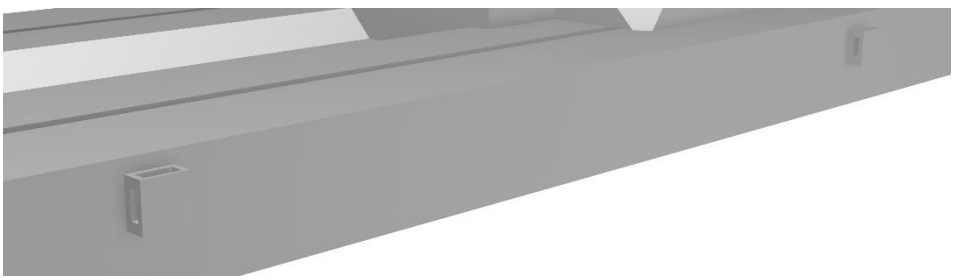
4.9.4 Koncept Gul (4)

Koncept Gul består utav två skenor, i den ena så ska framvagnen av ES sättas in i och i den andra så ska bakvagnen sättas fast. Detta inger både stabilitet, och en ergonomisk förbättring för slutanvändaren, då det ger samma funktion som för koncept blå. Alltså, via en tryckkraft så installeras ES fast. De två skenorna rör sig med hjälp av fyra hjul som är placerade på baksidan av skenorna. Dessa hjul sätts därefter in i spår som finns urgröpta på själva hållaren.

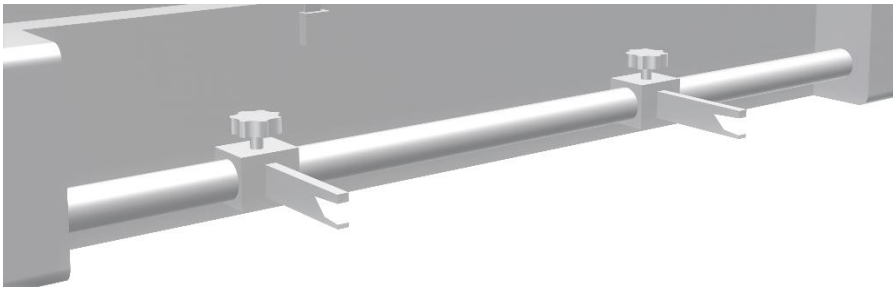
ISOFIX-infästningen består utav en skruvfästning på stång med justering i sidled och höjdled. Justeringen begränsas med hjälp av skruvfunktionen som trycker mot stången vid rotation. Fastspänning består utav remmar i textil med plastisk infästning, liknande infästningen som används på ryggsäckar och sportbagar.



Figur 4.13. Framsidan av koncept gul



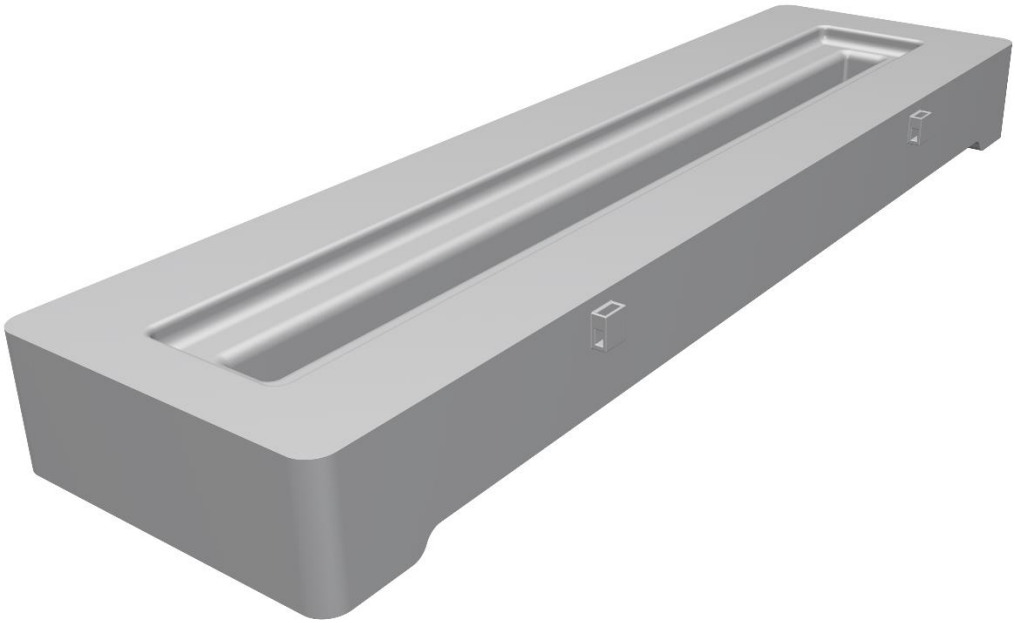
Figur 4.14. ”Ryggsäck-infästning” på framsidan av koncept gul



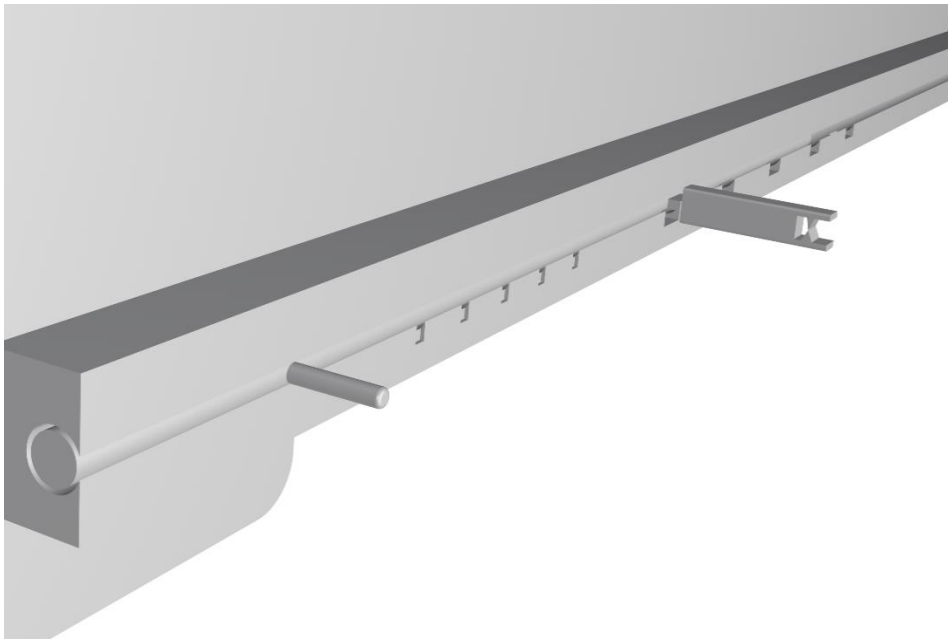
Figur 4.15. ISOFIX-infästning på baksidan av koncept gul

4.9.5 Koncept Grå (5)

Koncept Grå består utav en hållare som har en lång och smal försänkning i en form där hjulen kan placeras. ISOFIX justeras med hjälp av en stång som är placerad inne i en urgröpning, likt en kolv i en cylinder. ISOFIX sätts därmed fast med hjälp av att kolven vinklas nedåt och därmed låser fast den med hjälp av ett fack som finns placerade längst hållaren i intervall. Fastspänningen består utav samma fäste som i koncept Gul, alltså utav remmar i textil med plastisk infästning.



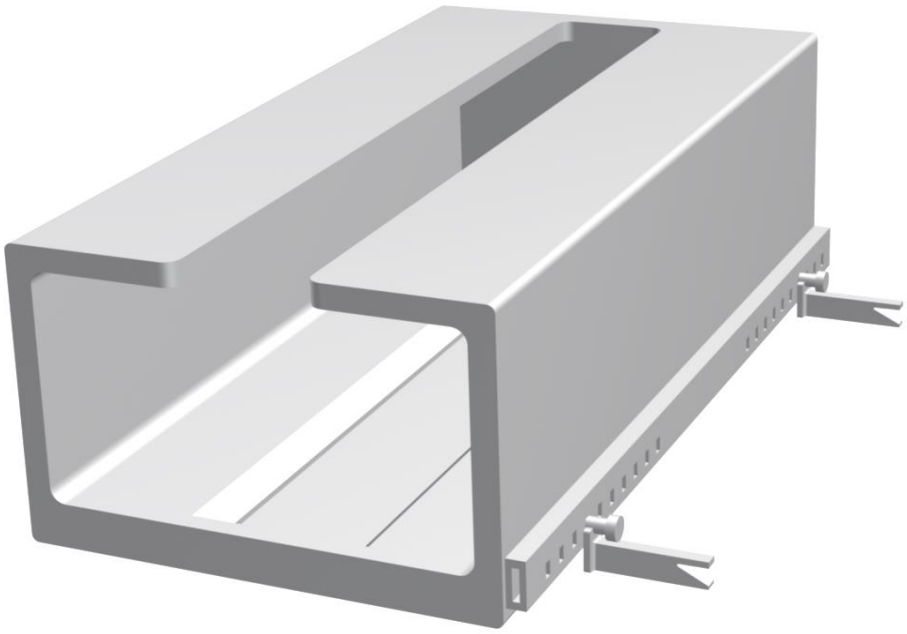
Figur 4.16. Framsidan av koncept grå



Figur 4.17. ISFOFIX-justering på baksidan av koncept grå

4.9.6 Koncept Orange (6)

Koncept Orange består utav en ihålig låda där ES skjuts in på ena kortsidan och där ovansidan har en öppning så att styret får plats att sticka ut så att extra stabilitet uppstår. ISOFIX-fästena består utav en låstsprint som låses fast med en rotation i valfritt hål i skenan som är fäst i hållaren.



Figur 4.18. Koncept orange

4.10 Elimineringsprocess

När morfologiska matrisen var klar så påbörjades arbetet med elimineringsmatrisen, där de sex koncepten utvärderades grundligt.

Tabell 4.7. Del ett av elimineringsmatrisen

Lösning	Löser problemet	Uppfyller alla krav	Realiserbart	Säker och ergonomisk	Tillräcklig information
1	+	+	+	+	+
2	+	+	+	-	+
3	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	+
6	+	-	+	-	+

Först gick dem igenom för att se om konceptet i fråga verkligen löser problemet, samt om de uppfyller alla de krav som fastställt tidigare under kravspecifikationen, (se tabell 4.3). Vilket alla koncept klarade förutom koncept nummer 6, då den blev underkänd på grund av att den inte uppfyller kravet om trafiksäkerheten.

Tabell 4.8. Del två av elimineringsmatrisen

Kommentar	Beslut
	+
Koncept 2 faller pga ergonomin, kräver för mycket precision. Användaren har svårt att pricka rätt.	-
	+
	+
	+
Koncept 6 stryks på grund av trafiksäkerhet. Elsparkcykeln kan få extra kraft i lådan i och med att den inte sitter fast vilket gör att den kan skada lådan och åka ut.	-

Kraften som uppstår vid ett potentiellt stopp överstiger vad lådan och ISOFIX-fästningen skulle klara av, då det uppstår ett glapp mellan ES i lådan som då fungerar som en hävstång, vilket då hade gjort att kraften blivit för hög och därmed förstört lådans sidovägg.
Även koncept nummer 2 åkte bort under elimineringsmatrisen, då det föll på ergonomin, det hade krävts för mycket precision för användaren att få till det så att ES hade hamnat i rätt position i hållaren. I och med tyngden och positionen som användaren hade behövt hålla ES i, så hade det uppstått svåra ergonomiska kroppspositioner.

4.10.1 Pugh-matriser

De fyra återstående koncepten gick vidare till Pugh-matriserna, som gör en urvalsprocess utefter önskemålen (se tabell 4.3), där två finalister togs fram. För att kunna vikta de motsvarande koncepten mot varandra, så använde författarna sig utav önskemålen som tagits fram i kravspecifikationen.

Tabell 4.9. Sortering av koncept

RÖD	Koncept 1
BLÅ	Koncept 2
GRÖN	Koncept 3
GUL	Koncept 4
GRÅ	Koncept 5
ORANGE	Koncept 6

Tabell 4.10. Första pugh-matrisen

Önskemål	Koncept			
	RÖD	GRÖN	GUL	GRÅ
100% återvinnigsbar	0	0	R	0
Universal laddmöjlighet, alla modellerna i kunderundersökningen ska gå att ladda i hållaren	0	0	E	0
Inge premiumkänsla, minst fem personer ska tycka att den inger kvalitetskänsla	-	-	F	-
Prisvärdhet, fem personer ska tycka att den är prisvärd jämfört med priset för en elsparkcykel	+	0		+
Lätt att rengöra, ska ta mindre än tre minuter att göra rent hela hållaren	+	+		0
Skydda bilen från smuts och vätskor, inget spill utanför formen under färd	+	+		0
Enkel ISOFIX-låsning, minst 80% av en grupp på minst fem personer ska tycka att det är enkelt att justera ISOFIX-fästena	0	-		-
ANTAL +	3	2		1
ANTAL -	1	2		2
SUMMA	2	0		-1
Rangordning	1	2		3

Totalt gjordes sex matriser i elimineringsprocessen och som resultat eliminerades två koncept, grå och grön. De två koncepten som värderades högre gick vidare till kesselringmatrisen. Koncept grå föll bland annat på att den inte ingav samma premiumkänsla som koncept gul som har skjutsystemet för inlastning. I skjutsystemet rör sig släden med ett mjukt motstånd som känns kontrollerat och mer exklusivt jämfört med att bara skjuta in den fritt som i koncept grå. Grå värderades även lägre gällande lösningen för ISOFIX-fästena jämfört med gul och röd. Detta var för att röds lösning kunde låsa justering i alla riktningar mer stabilt och enklare. Grå hade även en lösning som hade varit svårare att producera jämfört med röd. Samma gäller jämfört med koncept gul som har samma ISOFIX-fästning som röd. Koncept grå värderades även sämre än grön och röd gällande önskemålet om rengöring. Detta beror på att skåran som koncept grå använder sig av för att hålla ES på plats, är svårare att rengöra än de betydligt bredare utrymmena i koncept grön och röd.

I de tre sista matriserna utvärderades koncepten röd, grön och gul. Resultatet av dessa matriser var att koncept grön eliminerades. Grön värderades sämre än både röd och gul gällande premiumkänsla. Detta beror, som tidigare nämnt, på att koncept röd har ett skjutsystem som ger mer exklusiv känsla för användaren än att bara lägga den på plats. Premiumkänslan värderas även något lägre jämfört med koncept röd, där ES står upp istället för att ligga ner på sidan som i koncept grön. Grön ansågs ha sämre ISOFIX-fästning jämfört med gul och röd på grund av att grön använder en skena som skulle bli svårare att producera och kan kärva mer än stång-lösningen som koncept gul och röd använder. Att ISOFIX-lösningen som grön använder värderades sämre än röd gällande prisvärdhet bygger också på att komplexiteten av konstruktionen är högre.

Tabell 4.11. Sista pugh-matrisen

Önskemål	Koncept		
	RÖD	GRÖN	GUL
100% återvinnigsbar	R	0	0
Universal laddmöjlighet, alla modellerna i kunderundersökningen ska gå att ladda i hållaren	E	0	0
Inge premiumkänsla, minst fem personer ska tycka att den inger kvalitetskänsla	F	-	+
Prisvärdhet, fem personer ska tycka att den är prisvärd jämfört med priset för en elsparkcykel		-	+
Lätt att rengöra, ska ta mindre än tre minuter att göra rent hela hållaren		+	-
Skydda bilen från smuts och vätskor, inget spill utanför formen under färd		0	-
Enkel ISOFIX-låsning, minst 80% av en grupp på minst fem personer ska tycka att det är enkelt att justera ISOFIX-fästena		-	0
ANTAL +		1	2
ANTAL -		3	2
SUMMA		-2	0
Rangordning		2	1

4.10.2 Viktbedömningsmatris

Tabell 4.12 användes för att vikta önskemålen mot varandra för att få en prioriteringsgrad som kunde användas i kesselringmatrisen.

Tabell 4.12. Viktbedömningsmatris

Viktbedömning	A	B	C	D	E	Sum	Rank	Viktning	Σrel
Önskemål A		1	1	1	1	4	1:a	5	0.4
Önskemål B	0		1	0.5	0.5	2	2:a	4	0.2
Önskemål C	0	0		0	0.5	0.5	4:a	2	0.05
Önskemål D	0	0.5	1		0.5	2	2:a	4	0.2
Önskemål E	0	0.5	0.5	0.5		1.5	3:a	3	0.15
Summa						10			

På listan så är följande önskemål:

A: 100% återvinningsbar
B: Universal laddningsmöjlighet, alla modellerna i kunderundersökningen ska gå att ladda i hållaren
C: Inge premiumkänsla, minst fem personer ska tycka att den inger premiumkänsla
D: Prisvärdhet, fem personer ska tycka att den är prisvärd jämfört med priset för en elsparkcykel
E: Lätt att rengöra, ska ta mindre än tre minuter att göra rent hela hållaren

Där önskemål A är det viktigaste, önskemålet om att produkten ska vara 100 procent återvinningsbar. Följt av önskemål B, Universalladdningsmöjlighet och önskemål D, prisvärdheten. På tredje plats hamnar önskemål E lätt att rengöra. Slutligen och sista även då önskemål C, som handlar om att produkten ska inge premiumkänsla hos användaren.

4.10.3 Betygsmatris

För att betygssätta hur väl varje koncept uppfyllde önskemålen så skapades en betygsmatris, (se tabell nedan 4.13). Här sattes ett betyg mellan ett och fem där fem är högst. Varje önskemål kvantifierades enligt en skala. För önskemålet gällande återvinning så sattes skalan mellan 0% och 100%. Båda koncepten uppskattades kunna återvinnas till 100%, då de består av metall och plast som går att smälta ner och ombearbeta till rimligt pris. Önskemålet rörande laddningsmöjlighet kvantifierades genom att bestämma hur många olika sorters ES-modeller från marknadsundersökningen som skulle kunna laddas i hållaren. För att avgöra om en viss modell gick att ladda eller inte så undersöktes vart laddningsporten var placerad på den specifika modellen. Därefter jämfördes placering med vart den skulle hamna i förhållande till väggarna i de två koncepten. För att bedöma hur väl koncepten inger premiumkänsla så användes fem utomstående personer. Dessa fick sätta ett betyg mellan ett och fem beroende på om de ansåg att konceptet ingav premiumkänsla eller inte. Samma fem testpersoner användes för att bedöma om koncepten var prisvärda eller inte. Det slutliga önskemålet kvantifierades genom att uppskatta hur lång tid det skulle ta att rengöra hållaren. Det var detta önskemål som gav ett delat resultat mellan de två koncepten. Koncept gul ansågs ta längre tid att rengöra på grund av att skålarna för hjulen hade begränsat utrymme samt området under skjutsystemet måste göras rent, det vill säga en tvåstegsprocess.

Tabell 4.13. Betygsmatris

	Betyg	Procentsats		
A: 100% återvinnigsbar	1	0		
	2	25%		
	3	50%		
	4	75%		
	5	100%	Gul (4)	Röd (1)

	Betyg	Antal modeller		
B: Universal laddmöjlighet, alla modellerna i kunderundersökningen ska gå att ladda i hållaren	1	1		
	2	2		
	3	3		
	4	4		
	5	5	Gul (4)	Röd (1)

	Betyg	Antal personer		
C: Inge premiumkänsla, minst fem personer ska tycka att den inger kvalitetskänsla	1	1		
	2	2		
	3	3		
	4	4	Gul (4)	Röd (1)
	5	5		

	Betyg	Antal personer		
D: Prisvärdhet, fem personer ska tycka att den är prisvärd jämfört med priset för en elsparkcykel	1	1		
	2	2		
	3	3		
	4	4	Gul (4)	Röd (1)
	5	5		

	Betyg	Tid i sekunder		
E: Lätt att rengöra, ska ta mindre än tre minuter att göra rent hela hållaren	1	36		
	2	72		
	3	108	Gul (4)	
	4	144		Röd (1)
	5	180		

4.10.4 Kesselringmatris

I Kesselringmatrisen så viktade författarna koncepten utefter de viktade önskemålen, vilket då blev radfinalistkoncepterna Gul och Röd (Se tabell 4.14), då det var dessa som både gått vidare från elimineringsmatrisen samt Pugh-matriserna. I Kesselringmatrisen så används enbart önskemål som kriterier (se rubrik 4.10.2). För att vikta hur väl varje koncept klarar varje önskemål så gjordes en betygsmatris vilket nämnts ovan (Se tabell 4.13). Även en viktbedömningsmatris gjordes för att ställa önskemålen mot varandra. Då för att ta fram en viktningsfaktor (Se rubrik 4.10.2).

När dessa steg var genomförda så skrevs värdena som tagits fram genom betygsmatrisen och viktbedömningsmatrisen in, samt finalistkoncepterna. När detta var gjort så summerades poängen där Koncept Röd (1) fick mest poäng och därmed blev vinnaren.

Tabell 4.14. Kesselringmatrisen

Chalmers		Kesselringmatris					
Utfärdare: Andreas Qvist & Erik Reenbom		Skapad: 16042021					
		Koncept					
		Ideal		Gul (4)		Röd (1)	
Kriterier	w	v	t	v	t	v	t
A: 100% återvinnigsbar	0,40	5	2,00	4	1,6	4	1,6
B: Universal laddmöjlighet, alla modellerna i kunderundersökningen ska gå att ladda i hållaren	0,20	5	1,00	5	1	5	1
C: Inge premiumkänsla, minst fem personer ska tycka att den inger kvalitetskänsla	0,05	5	0,25	4	0,2	4	0,2
D: Prisvärdhet, fem personer ska tycka att den är prisvärd jämfört med priset för en elsparkcykel	0,20	5	1,00	4	0,8	4	0,8
E: Lätt att rengöra, ska ta mindre än tre minuter att göra rent hela hållaren	0,15	5	0,75	3	0,45	4	0,6
Totalt		5		4,05		4,2	
Beslut				2		1	

4.11 Laddningsmöjlighet

I de flesta bilarna på marknaden idag så finns det ett el-cigarett uttag integrerat antingen i konsolen vid baksäte, i mittengången mellan förar- och passagerarsäte eller bagageutrymmet. Tanken var att det i ska vara lätt för användare att ladda sin ES under färd. Tanken var att det ska vara lätt för användaren att ladda sin ES under färd. Detta var en faktor som vägdes in under utvecklingen av koncepten. Det skulle vara enkelt att kunna koppla in laddningssladden i ES oavsett vart laddningsporten var placerad.

Då det ska vara så enkelt som möjligt för kunden att ladda sin ES så ska det inte krävas att nya elkablar behöver dras från bilens batteri genom brandväggen och in i kupén. Därför är det enklast att använda sig av en spänningsomvandlare. Dessa omvandlar spänningen (12V DC) från cigarettuttaget till 230V AC, som är utformat som en vanlig stickkontakt där en standard ES-laddare kan pluggas in. De kan ha en bredd som ett kreditkort, med en längd på cirka 12 cm. De mindre kan ha en effekt på cirka 75 kW, medan de större varianterna har en effekt på 1500 kW. Laddtiden varierar markant mellan dessa. Se nedan beräkning i tabell 4.15, för en tidsuppskattning gällande laddning av en Xiaomi Mi M365 med en batterikapacitet på 280Wh:

Tabell 4.15. Beräkning av laddningstid beroende på effekt

Effekt	$\frac{\boldsymbol{Batterikapacitet}}{\boldsymbol{spänningsomvandlare\ effekt}}$
75 kW	3,73 h
500 kW	0.56 h
1500 kW	0,19 h

Enligt T. Eriksson kommer även laddningstiden påverkas av energiförluster på grund av att elektriciteten först måste konverteras från DC i bilbatteriet till AC genom spänningsomvandlaren, för att sedan konverteras tillbaka till DC via ES växelriktare (personlig kommunikation, 21 Maj, 2021). De olika konverterarna förlorar då energi i form av värme.

4.12 Mockup

En enklare funktionsprototyp gjordes, en så kallad “Mockup” är gjord på koncept Ett. En Mockup gjordes i syfte för att testa hur måtten stod sig till verkligheten. Om alla moment som ställs på hållaren verkligen kunde göras och om den var användarvänlig. Prototypen är gjord utav kapaskiva, som är en hård lätt skiva med en kärna av polystyren och ytskikt av kartong", plaströr samt lim. (Materialbutiken, 2021).

Frågetecknen som fanns innan byggandet av prototypen var om ISOFIX-fästningen skulle funka, om skenan verkligen skulle passa. Den ska både kunna röras i sidled samt möjliggöra så att ISOFIX samtidigt kan få tag i bygeln och gripa sig fast. Användarvänligheten skulle även den testas, frågor som om det verkligen skulle kunna gå att installera den smidigt ensam fick vi svar på, vilket ledde till förändringar gällande både banden och strukturen.

Testningen av mockupen bidrog till att ett antal ändringar behövde iakttas inför utvecklingen av slutkonceptet. Rörinfästningen i hållaren behövde flyttas 15 cm in från kortsidan. Detta då detaljerna låg emot hjulhusen i interiören, vilket bidrog till onödig begräsning av placeringen. Även en rem för fastspänning togs bort då den ansågs vara överflödig. En rem kunde gott och väl hålla kvar ES i hållaren under kraftig belastning i vertikal riktning. Den bidrog även till en mer ansträngd montering då användaren var tvungen att luta sig in i bilen under dubbelt så lång tid som jämfört med användning av en rem.

Figur 4.19. Bild på ES i mockupen i baksätet på en Volkswagen Golf.

4.13 Materialval

För materialvalet användes främst Granta Edupack som är en materialdatabas som innehåller 4169 olika material (Ansys, 2020). I denna programvara så kan filter användas för att välja ut olika material. Exempel på filter är vattenabsorbering, CO_2-utsläpp under produktion, pris, termiska egenskaper och elektriska egenskaper. ESH består av flera delar och kommer därför att behöva flera olika material. Se tabell nedan.

Tabell 4.16. Materialval till komponenterna.

Komponent	**Material**
Låda	PVC-plast
Stång	Rostfritt stål
ISOFIX	Köps färdiga, består av plast och stål
Infästning av ISOFIX	Rostfritt stål
Sprint mellan ISOFIX och infästning	Rostfritt stål
Rem med justering och krok	Vävd nylon med metalljustering samt metallkrok
Infästning av rem och krok	Rostfritt stål

Då formsprutning var en lämplig tillverkningsmetod för att tillverka hållaren så behövdes en bra plast som skulle gå att använda för formsprutning (se kapitel 2.3). För att välja ett lämpligt material så sattes ett antal begränsade parametrar. Dessa var följande:

- Det ska stå emot väta (icke absorberande)
- Stå emot UV-strålning (inte kunna blekas av solen)
- Återvinningsbart
- Kosta under 10 SEK/kg

Att material ska kunna stå emot vätska var viktigt för att hållaren inte skulle kunna absorbera det smutsiga vattnet från ES. I och med att den med största sannolikhet kommer vara placerad i en bil med fönsterrutor så är det även viktigt att den inte ska kunna blekas av solen. Om hållaren skulle säljas i kommersiellt syfte så kan solblekning bidra till att kunden vill göra reklamation. En annan viktig parameter var att materialet även skulle vara återvinningsbart. Om denna parameter i Granta Edupack väljs, så kommer den ange materialet som återvinningsbart om det inte kostar orimligt mycket att genomföra omarbetning av materialet. Om det kostar orimligt mycket så markeras det inte som återvinningsbart. Sista parametern som sattes var att det skulle kosta under 10 SEK/Kg. Denna summas valdes aktivt i programvaran genom att progressivt sänka summan tills materialutbudet var begränsat till två sorter. Dessa var PET och PVC. Båda uppfyllde ovan kriterier men PET valdes bort på grund av följande orsaker:

- Högre CO_2 utsläpp under produktion
- Mer energi krävs vid framställning
- Betydligt mer lättantändligt

(Ansys, 2020)

För resterande detaljer som behövde vara mer hållfasta så valdes rostfritt stål AISI 440C. De parametrar som sattes i Granta Edupack var:

- Brottgräns
- Pris
- Korrosionsresistens

Den högsta spänningen som uppmättes under FEM-analysen av infästningen mellan stången och lådan var cirka 26MPa. Därför sattes denna spänning som minimum-krav för materialet. Priset sattes med hjälp av samma metod som för valet av plast. Ett av kraven var även att materialet skulle vara korrosionsresistent, i och med att användarna av ESH kan ha blöta händer när de ska spänna fast ES. Om metallen skulle rosta hade det varit negativt för kundupplevelsen och för hållarens säkerhet. Slutligen stod valet mellan aluminium och rostfritt stål då de båda uppfyllde alla krav nämnda ovan. Valet föll till slut på rostfritt stål då det kostade hälften så mycket i bulkinköp.

4.14 Kostnadskalkyl

Följande kostnadskalkyl är en grov uträkning som både inkluderar priser mätta i bulk-inköp och delar inköpta för stycke-pris. Priserna avser endast materialkostnader samt pris för färdiga delar. Denna kalkyl gjordes för att få en uppfattning om vad de olika komponenterna kostar och vad hela ESH skulle kunna kosta.

Tabell 4.17. Kostnadskalkyl

Komponent	**Kostnad (SEK)**
PVC till hela hållaren	139
Stång, AISI 440C	11
ISOFIX	113
Infästning av ISOFIX + låssprint, AISI 440C	4
Rem med justeringsögla i plast och krok	38
2 * Infästning av rem och krok	66
Summa	371

För att beräkna kostnaden av plasten PVC till hållaren så användes hållarens vikt. Vikten multiplicerades med bulk-priset för PVC per kilogram vilket gav:

$$13{,}4\ Kg\ *\ 10{,}4\ SEK/Kg \approx\ 139\ SEK$$

Följande beräkningar skapades för att uppskatta priset för AISI 44C-stången:

$$Area\ (stång): \left(\frac{35}{2}\right)^2 * Pi - \left(\frac{32}{2}\right)^2 * Pi\ \approx\ 158mm^2$$
$$Volym\ (stång): 158\ mm^2 *\ 800\ mm\ =\ 126\,400\ mm^3 =\ 0{,}0001264\ m^3$$
$$Kostnad\ per\ m3\ *\ volym\ (stång)\ =\ 8{,}86 * 10^4 * 0{,}0001264\ \approx\ 11\ SEK$$

ISOFIX går att köpa i par för cirka 113 SEK (Ebay, 2021).

Nedan beräkning avser priset för infästning av ISOFIX + låssprint i stålet AISI 440C:

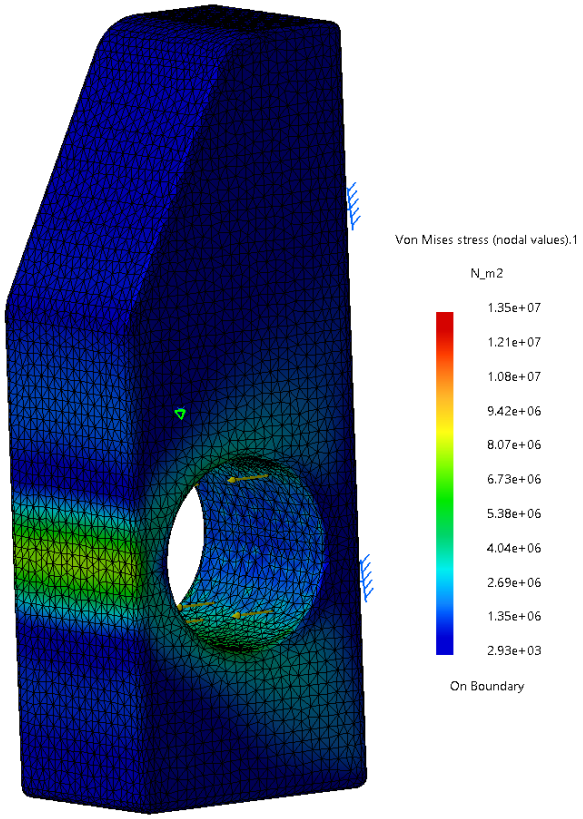
$$\left(Volym\ (låssprint) +\ volym\ (infästning\ av\ ISOFIX)\right) *\ kostnad\ per\ m^3$$
$$= (0{,}00004 + 0{,}000008) * 8{,}86 * 10^4 \approx\ 4\ SEK$$

Justerbar rem med krok kostade cirka 55 SEK (Ebay, 2021)

Infästning av rem och krok tillverkas i stål och går att köpa per styck för cirka 33 SEK (Ebay, 2021)

4.15 Simulering med FEM

För att säkerställa att ISOFIX-infästningen kommer hålla för den beräknade totala kraften vid en krock i 50km (10143 N) så gjordes en FEM-analys. Här applicerades den totala kraften vid en krock i hålet där röret fäster i lådan. Detta gjordes för den ena infästningen och för att enklare kunna göra simulering så gjordes beräkningen på ett genomgående hål. I slutkonceptet så användes hål som gick halvvägs in i materialet. Därför multiplicerades den uppmätta spänningen i FEM-analysen för att få den totala spänningen för designen i slutkonceptet. Den uppmätta spänningen för ena infästningen var 13 MPa, vilket multiplicerat med två blir 26 MPa. Sträckgränsen för PVC är 46 MPa vilket betyder att rörinfästningen i hållaren kan klara en kraft i 50km/h med god marginal (20 MPa skillnad).



Figur 4.20. FEM-analys. Varma kulörer representerar större spänning.

5. Resultat

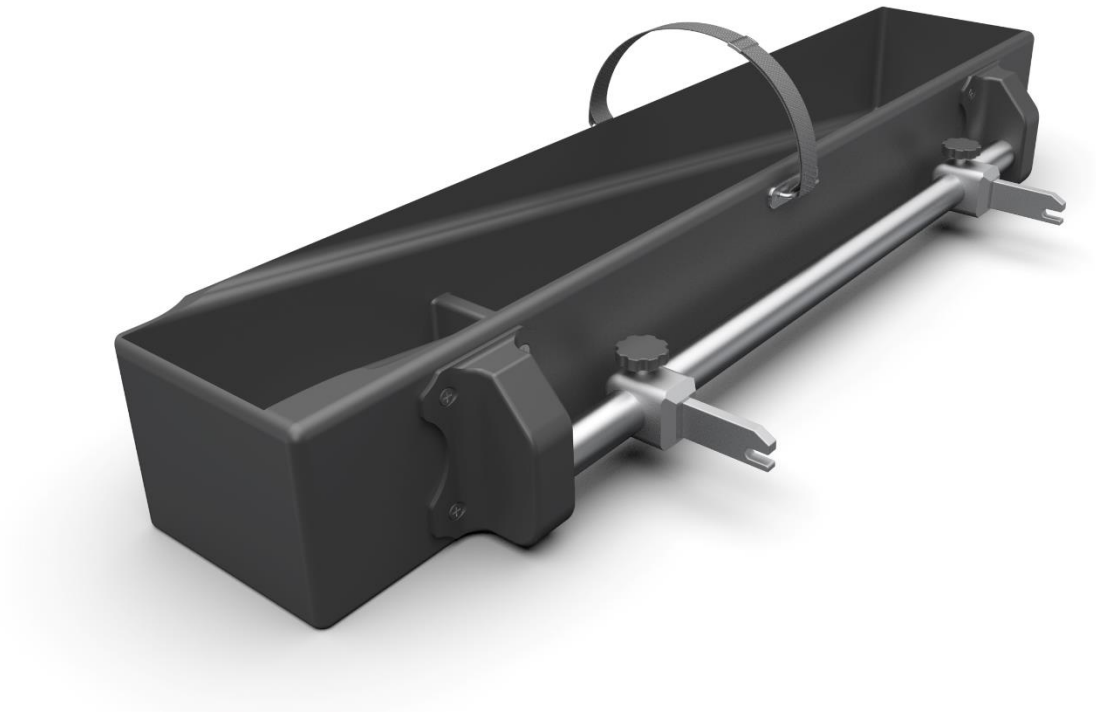
Slutresultatet av projektet redovisas i detta kapitel.

5.1 Slutkoncept

Det slutliga konceptet bygger på koncept röd (se rubrik 4.9.1). Insidan av hållaren är utformad som en fålla med en nedgående sluttning från bakhjulets placering till den främre delen av hållaren. Detta bidrar till att den blir kompatibel med både de elsparkcyklar som viker upp framhjulet vid transport och de där bara styret viks ner. För att stoppa elsparkcykeln från att kasa fram och tillbaka och från att slå i kortsidan på hållaren så finns en förhöjning framför bakhjulet som är till för att stoppa elsparkcykeln från att rulla framåt.

ISOFIX är ställbar i höjdled och sidled med hjälp av en skruvinfästning på en stång. För att låsa ISOFIX roteras ratten ovanpå som är fäst i ISOFIX-infästningen. Ratten är fäst i en stång med gängor som skruvas in i röret och låser därför rörelse med hjälp av friktion, detta låser även fast hållaren (se figur 5.2 nedan). Fastspänningen av elsparkcykeln sker med hjälp av ett textilband med stålkrok som fästs med hjälp av två öglor som är fastskruvade på hållarens framsida och baksida (se figur 5.1 nedan). Remen är även justerbar på längden för att kunna passa elsparkcyklar av olika höjd. Hållarens totallängd är 1104 mm, bredd 375 mm och höjd 150 mm (se bilaga 1).

Figur 5.1. Framsidan av slutkonceptet



Figur 5.2. Baksidan av slutkonceptet

6. Diskussion

Produktutvecklingsprocessen har lett fram till en hållare som idag är unik i sitt slag på marknaden.

Återkoppling till kraven/önskemål

- **Tekniska krav**

Hållaren skadar ej interiören eller inredningen vid användning vid de tester som gjorts. Dock så verifierades detta bara med hjälp av mockupen. Vilket ger en bristfällig bild, då mockupen skiljer sig markant från slutkonceptet. Om en slutprototyp hade gjorts med rätt material och sedan testats, så är det möjligt att återkopplingen från testningen hade blivit annorlunda och därmed slutkonceptet.

Materialvalet gör att produkten tål väta och skyddar inredningen både från vätska och smuts. Den möter även de krav om att hållaren ska vara kompatibel med majoriteten ES på marknaden, då formen och strukturen är konstruerad efter de mått som tagits fram under marknadsundersökningen. Dock så gjordes inget fysiskt test, vilket hade behövts för att bekräfta att hållaren kan passa alla olika elsparkcyklar på marknaden samt att den skyddar klädseln oavsett ES-modell.

- **Användarkrav/Ergonomi/Säkerhet**

Hållaren klarar de krav vi satt gällande trafiksäkerheten samt livslängden på de tester som genomförts via datorsimuleringar. Hållaren klarar även de ergonomiska kraven, då samtliga testpersoner tyckte att installationen av både hållaren och ES fungerade väl. För att säkra att alla de krav och önskemål som är satta är mötta så har försöksgrupper använts. 100 procent av försöksgruppen som testade mockupen förstod hur allt fungerade och kunde därmed fixa alla moment själva vid installation. Även ISOFIX-infästningen tyckte över 80 procent i försöksgruppen verkade enkel att använda och justera. Testgruppen bestod dock av samma personer sedan tidigare, vilket ledde till mindre bredd på testningen. Då samma personer med samma förutsättningar och kunskap använts som testgrupp två gånger. Sedan så användes bara de underlag som fanns tillgängliga, det vill säga bilder och muntliga förklaringar. För att få ett mer korrekt resultat så hade det varit fördelaktigt att låta testgruppen använda infästningen i verkligheten samt byta ut testgruppen inför varje moment.
För att få ett säkrare testresultat hade en prototyp med rätt material och funktioner behövt konstrueras, vilket nämnts tidigare. Eller så kunde även en mockup med rätt vikt tillverkats, då vikten på mockupen och slutkoncepten skiljer sig ifrån varandra. Vilket kunde förändrat ergonomitestet.

- **Kvalitet/Miljö**

Just i detta skede så kan ej kvalitetskänslan avgöras, då det behövs en slutprototyp med rätt struktur och material för sedan exponera ut den för diverse testpersoner för att fastställa denna parameter. När det kommer till miljökravet så uppfyller hållaren detta, då plasten och metallen som är valda är 100 procent återvinningsbara.

- **Produktion/Ekonomi**

Kostnadskalkylen är en ungefärlig beräkning på grund av att styckepriset varierar beroende på hur många delar som köps åt gången. I detta fall så användes de priser som gick att få tag på utan att be om kostnadsförslag från individuella leverantörer. Detta innebar att både bulkpris och styckepris användes i beräkningen. Hade projektet genomförts på ett företag med sin egen specifika produktion kunde de tillverkningsmetoder som redan fanns tillgängliga på företaget ha använts. Detta hade då kunnat förändra slutproduktens design och materialval utifrån att de behövde anpassas till de andra tillverkningsmetoderna.

6.1 Etik och miljö

Med denna hållare så underlättas transport av ES vilket kan leda till att fler väljer att använda en ES i större utsträckning än andra transportmetoder. Detta kommer leda till mindre utsläpp och bättre luft i centrala stadsdelar som tidigare kan ha plågats av smog. Detta kan leda till bättre levnadsförhållanden för människor och djur samt mindre påverkan på ozon-lagret. Fler ES-användare kan även bidra till att mindre miljövänliga transportsätt minskar vilket kan vara positivt för miljön om råmaterialen som används för att producera ES är framtagna med minimala utsläpp. Om fler ES tillverkas så krävs det även att de produceras på ett hållbart sätt och att exempelvis barnarbete inte förekommer.

Det kan även ge positiva effekter på ES-användarens hälsa då användningen av ES kräver balans samt ger frisk luft. En negativ aspekt med hållaren är dock att användaren kan slarva med att ta ur den ur bilen efter användning. Vilket gör att den stannar kvar i bilen och skapar extra tyngd, vilket medför att fordonet i fråga förbrukar aningen mer bränsle och därmed ökar utsläppen. Detta skadar miljön, naturlivet samt personerna i närområdet. En annan negativ aspekt med hållaren om den utvärderas utifrån ett samhällsnyttigt perspektiv, är även att den skapar fler ES-användaren, alltså därmed fler elsparkcykelrelaterade olyckor.

En positiv konsekvens är att samåkningen mellan personer kan öka. Om två samboende åker i samma riktning till sina arbetsplatser så kan de samåka första sträckan för att sedan dela på sig så den ena kör bilen till sin slutdestination medan den andra personen tar ES till sin slutdestination. Produkten för alltså med sig både negativa och positiva aspekteker. Däremot så beräknas de positiva aspekterna väga tyngre än de negativa med produkten, både utifrån ett samhällsnyttigt perspektiv, samt utifrån ett miljöperspektiv.

7 Framtida arbete

Följande punkter kan uppdragsgivaren behandla om hållaren ska vidareutvecklas.

- En studie bör göras för att utforska möjligheten att installera hållaren vertikalt i baksätet istället för liggandes då detta skulle fria upp fler säten.
- Alla samtliga delar bör anpassas så att de på ett så smidigt sätt tillverkas med så billiga tillverkningsmetoder som möjligt.
- En grundlig FEM-analys bör även göras av hela hållaren för att simulera ett verkligt krocktest. Detta bör göras för att se om den håller vid en krock, men även för att se om det finns områden som är möjliga att vidareutveckla.
- En undersökning gällande utveckling av teknik som hjälper användaren med ur och i plockning av hållaren bör också göras för att förbättra ergonomin.

Vidareutveckling av produkten kräver att mer tid tillägnas punkterna nämnda ovan. För att förbereda hållaren för produkten så krävs ytterligare FEM-analyser för alla infästningspunkter på hållaren. I detta projekt så begränsade tiden mängden analyser som kunde genomföras. För att förbereda produkten för produktion så krävs djupare undersökningar gällande tillverkningsmetoderna och om det är mer ekonomiskt att tillverka alla delar internt.

8 Slutsats

Under konceptutvecklingsprocessen så bestämdes det att formsprutning var ett lämpligt alternativ. Denna tillverkningsmetod är passande på grund av hållarens geometri, den är även väl etablerad, vilket även gör den till ett väldigt billigt alternativ. En materialvalsprocess gjordes även, där parametrarna om att den ska stå emot väta, stå emot UV-strålning, vara återvinningsbar samt att den ska kosta under 10 kronor per kilo i bulkpris sattes i beaktning. Detta gav resultatet att PVC-polymer var det bästa materialet för hållaren, kombinerat med rostfritt stål för resterande detaljer i metall.

Elimineringsprocessen som inkluderade eliminering-, Pugh- och Kesselringsmatrisen fungerade väl för ändamålet. Slutprodukten blev som önskat ett koncept som löste, såväl kraven som önskemålen. En mockup gjordes även i Chalmers Stena Industry Innovation Laboratory, där hela strukturen gjordes med hjälp av kapaskiva. Installationen av mockupen gav mycket god feedback, vilket lade grund till hur slutkonceptet utformades. Slutprototypen löser de verifierbara krav som sattes upp från början, projektets huvudmål kan därmed anses uppfyllt. Det är dock värt att poängtera att de icke verifierade kraven och önskemålen väntas ha stor potential till att avklaras. Förhoppningen är att elsparkcykelhållaren blir en inspirationskälla som kan främja studenters och marknadens fortsatta vidareutveckling inom elsparkcykelbranschen.

Litteraturförteckning

1. Hardt, Cornelius & Bogenberger, Klaus. (2018). Usage of e-Scooters in Urban Environments. Transportation Research Procedia. 37. 10.1016/j.trpro.2018.12.178. (*https://www.researchgate.net/publication/328801770_Usage_of_e-Scooters_in_Urban_Environments/citation/download *))

2. Ipsos (2020). *Opportunities and challenges in Indonesia's automotive industry*. Indonesia Automotive Industry Outlook 2020 (ipsos.com))

3. Nationalencyklopedin. (4 juni 2021). *Finita elementmetoden.* https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/finita-elementmetoden

4. Amazon (2021). *Electric Scooters, Best Sellers US*. https://www.amazon.com/electric-scooters/b?ie=UTF8&node=13280951)

5. Johannesson, H., Persson, J.-G. & Pettersson, D. (2013). Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design, Stockholm: Liber.

6. Ansys. (2020). *GRANTA EduPack 2020* (Version 20.1.2) [Datorapplikation]. Granta design limited. https://www.ansys.com/products/materials/granta-edupack

7. AstmSteel. (Maj 2021). *AISI 440C Stainless Steel | X105CrMo17 | 1.4125 | SUS440C*. https://www.astmsteel.com/product/440c-stainless-steel-aisi/

8. Ebay. (Maj 2021). *Kids Baby Safe Car Seat Strap Kit Install Fixed Belt Connector Isofix Latch*. Kids Baby Safe Car Seat Strap Kit Install Fixed Belt Connector Isofix Latch | eBay

9. Ebay. (Maj 2021). *Adjustable Canvas Belt Replacement Shoulder Crossbody Bag Strap with Swivel Hook.* Adjustable Canvas Belt Replacement Shoulder Crossbody Bag Strap with Swivel Hook | eBay

10. Ebay. (Maj 2021). *Marine Grade Stainless Steel Boat Eye Ring Fix Hook Mount for Wall.* Marine Grade Stainless Steel Boat Eye Ring Fix Hook Mount for Wall | eBay

11. Nationalencyklopedin. (Mars 2021). *Polymer*. https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/polymer

12. Metalliska material. (Mars 2021). *Metaller och mineraler*. Metaller och mineral - Metalliska Material.

13. Transportstyrelsen. (01 december 2020). *Trafikregler för dig som cyklar*. https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/trafikregler/cyklist-mopedist-motorcyklist/trafikregler/

14. Transportstyrelsen. (16 augusti 2013). *Regler för cyklar*. Regler för cykel - Transportstyrelsen

15. NTF. (Februari 2021). *Moped klass II*. Moped klass II (ntf.se)

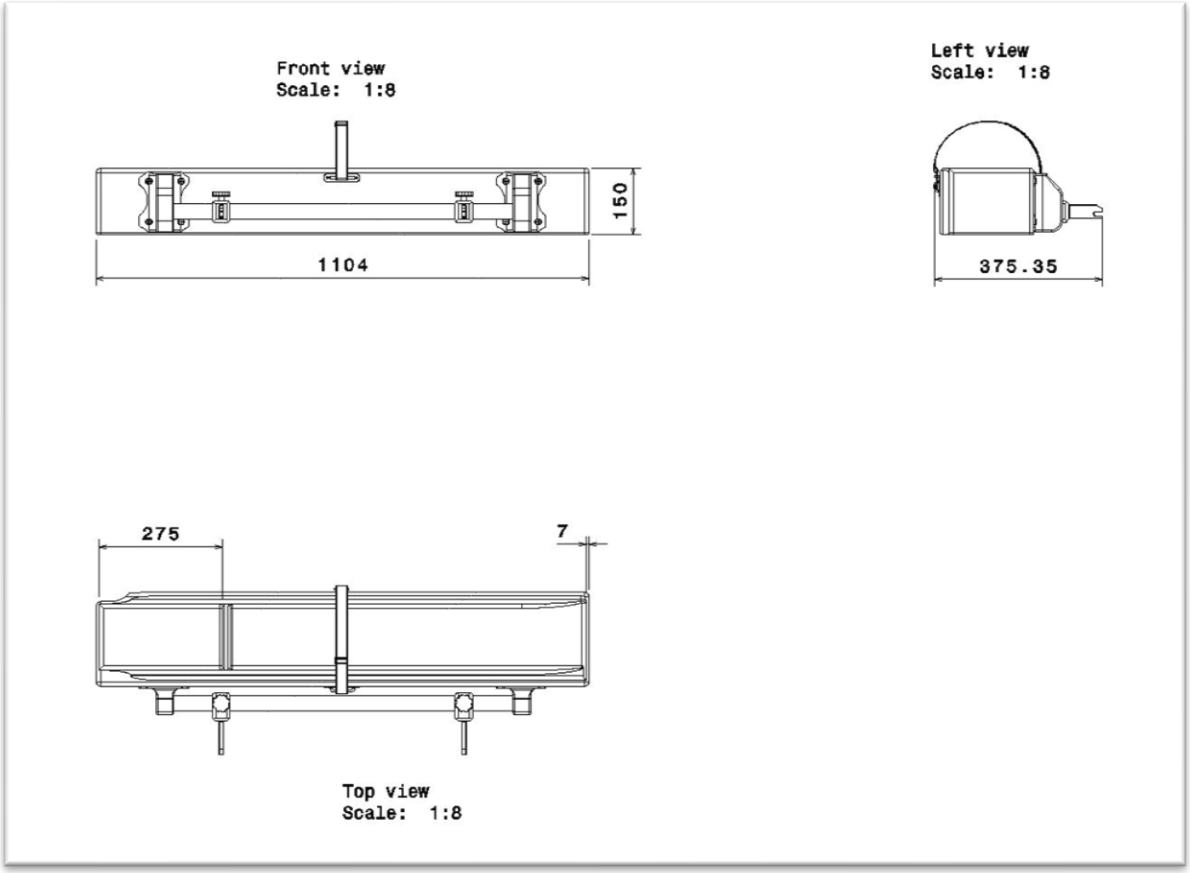
16. Materialbutiken. (2021). *Kapaskivor & foamboards*. Kapaskivor & foamboards | Beställ idag | Materialbutiken

17. Österlin, K. (2016). Design i fokus: Varför ser saker ut som det gör? Liber.

18. Plastportalen. (2014). *Formsprutning*. Formsprutning | Plastportalen

Bilagor

Bilaga 1. Ritning med övergripande mått



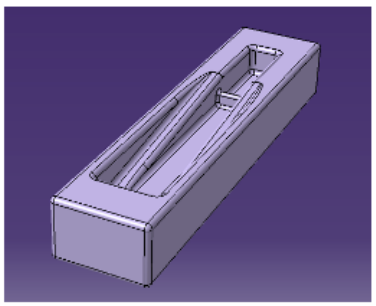
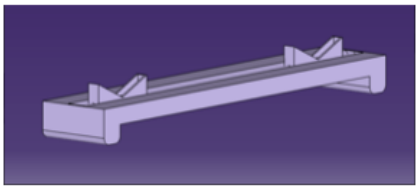
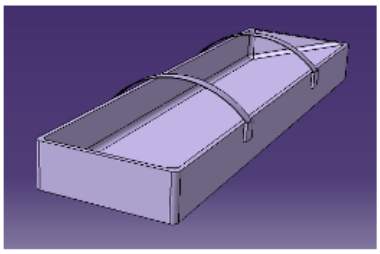
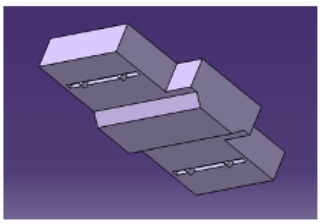
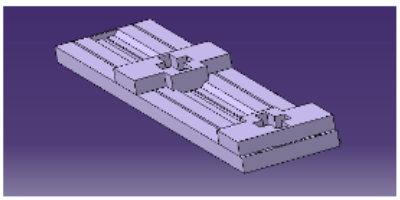
Bilaga 2. Marknadsundersökning av ES-modeller

Parametrar cm/kg	Modeller					Medelvärde
Märke-Modell	Gotrax - GXL V2	Xiaomi - Mi M365	Segway Ninebot Max g30	Segway Ninebot ES4	Megawheels	
Hjul ytterdiamater (cm)	21.6	21.6	25	20.3	15	
Hjulbredd (cm)	5	5.7	6.6	5.7	5	
Markfrigång (cm)	10.2	8	7.6	8	8	
Storlek (Utfälltbar tillstånd) (L x B-styre x H) (cm)	100 x 36,7 x 92	108×43×114	117 x 47 x 120 cm	102 x 43 x 113 cm	90 x 102	
Längd (ihopvikt)	100	108	117	113	81	104
Bredd (ihopvikt)	36.7	43	47	43	42	42
Höjd (ihopvikt)	15.9	49	53	40	42	40
Vikt (kg)	12	12.5	18.7	12.5	15.5	14
Batteriplacering	I styret	I plattformen	I plattformen	I platformen	I plattformen	
Laddtid till 100% (timmar)	3-4	5	6	3,5-4	2-3	
Placering av laddningsport	Toppen av styrstammen	Vid framdäcket vid plattform	Höger sida av plattformen vid bakhjulet	Höger sida av plattformen	Vänster sida av plattformen	
Spänning (volt)	36	36	36	36	36	
Wattimmar (Wh)	187	280	551	374	270	
Vikbar(JA/NEJ)	JA	JA	JA	JA	JA	
Vart sker vikningen?	Styrstammen	Styrstammen	Styrstammen	I platformen bakom framhjulet	I platformen bakom framhjulet	

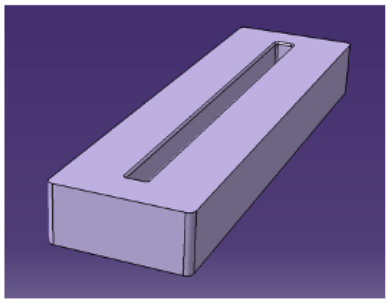
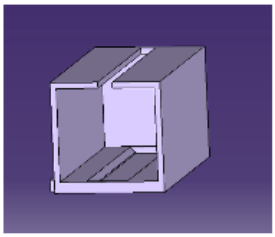
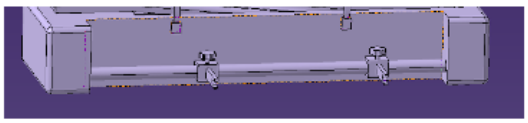
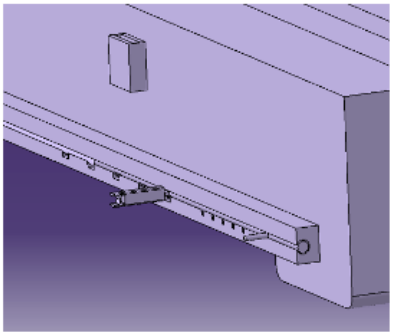
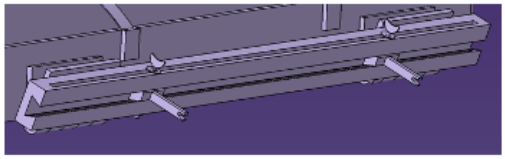
Bilaga 3. Marknadsundersökning av bagageutrymmen och funktioner i bilar

Parametrar bagage [mm]	Volvo v60	Wolkswagen ID.3	Honda CRV	Honda Civic sedan	Toyota Yaris	Maruti Suzuki Alto	Chevrolet Onix	Nissan Sylphy	Medelvärde
Populär på marknad	Sverige	Sverige	USA	USA	Japan	Indien	Brazilien	China	
Höjd	644	956	910	406	691	802	816	505	716
Bredd	1064	1001	1100	1394	1365	975	1193	1310	1175
Djup	1033		970	914	710	700	589	925	730
Eltillförsel i bagage (JA/NEJ)	JA	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	
Placering av eltillförsel	höger vägg vid öppning	höger vägg	vänster vägg						
Spänning	12V	12V	12V						
Fästpunkter (JA/NEJ)	JA	JA	JA	NEJ	JA	NEJ	NEJ	NEJ	
Typ av fästpunkt	Lastöglor	Lastöglor	Lastöglor		Lastöglor, stål och tyg				
Placering av fästpunkter	På golvet i hörnen närmast den som lastar in, i hörnen längst in men på väggarna samt i mitten på ryggstöden	Längst in på väggarna på vardera sida, även på ryggstöden	Golvet nedanför ryggstöden		Två i stål på ryggstöden, en i tyg på mitten av golvet				
Barnsätetsfästning (JA/NEJ)	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ	JA	JA	
Typ av fästningsstandard	ISOFIX	ISOFIX	ISOFIX	ISOFIX	ISOFIX		ISOFIX	ISOFIX	

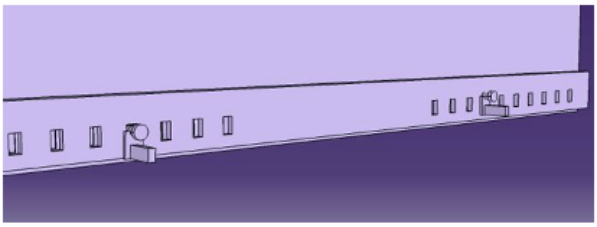
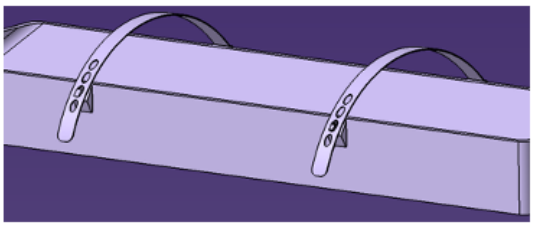
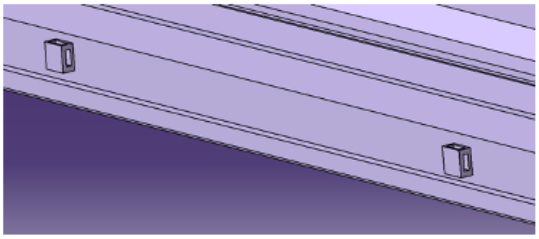
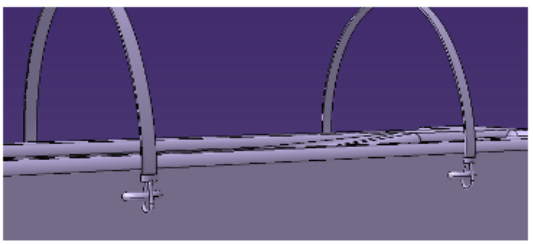
Bilaga 4. Del 1, dellösningar

Lutande försänkning med utrymme för fotplattan och stopp för bakhjulet	
Två hållare för hjulen placerade på en stång för justering i sidled	
Sidled lutande försänkning från långsida till långsida	
Två hållare för hjulen placerade på en försänkt skena, där den ena hållaren är försedd med hjul som går i spår i med justering i sidled	 

Bilaga 5. Del 2, dellösningar

En lång och smal försänkning i en form där hjulen kan placeras	
En form av låda där elsparcykeln skjuts in på ena kortsidan och som har en öppning på ovansidan där styret kan sticka upp	
Skruvfästning på stång med justering i sidled och höjdled. Justering begränsas med hjälp av skruvfunktion som trycker mot stången vid rotation.	
ISOFIX fäst på var sin stång som är placerade i en skena. Skenan har fack nedåt som skapar en låsfunktion i sidled när ISOFIXen böjs nedåt.	
Skruvfästning i skena med justering i sidled	

Bilaga 6. Del 3, dellösningar

Trädd på stång med justering i sidled och höjdled. Justering av ISOFIX fungerar för hand men begränsas med hjälp av friktion när hela hållaren skuts i sidled under bilfärd.	
ISOFIX fäst i låstsprint som låses fast med rotation i valfritt hål i skenan som är fäst i hållaren	
Gummistropp i ändan på textilband	
Remmar i textil med plastisk infästning, liknande fästningen på en ryggsäck	
Textilband med krok som fäster i ögla på hållaren	

INSTITUTIONEN INDUSTRI OCH
MATERIALVETENSKAP
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 20xx
www.chalmers.se

CHALMERS